



Marta Sofia
Magalhães Marques

**Evolução das emissões de GEE
na economia portuguesa de 1996 a 2006**



Marta Sofia
Magalhães Marques

Evolução das emissões de GEE na economia portuguesa de 1996 a 2006

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia do Ambiente, realizada sob a orientação científica do Prof. Doutor José Manuel Martins, Professor Auxiliar da Secção Autónoma de Ciências Sociais, Jurídicas e Políticas da Universidade de Aveiro, e da Prof.^a Doutora Myriam Lopes, Professora Auxiliar Convidada do Departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro.

o júri

presidente

Prof. Doutor. António José Barbosa Samagaio

professor associado do Departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro

Prof. Doutor. José Manuel Gaspar Martins

professor auxiliar da Secção Autónoma de Ciências Sociais, Jurídicas e Políticas da Universidade de Aveiro

Prof.^a Doutora Myriam Alexandra dos Santos Batalha Dias Nunes Lopes

professora auxiliar do Departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro

Prof. Doutor. Luis Miguel Guilherme Cruz

professor auxiliar da Faculdade de Economia da Universidade de Coimbra

agradecimentos

Ao Professor José Manuel Martins, pela sua disponibilidade e dedicação, mas também pela colaboração na componente informática, que tornou esta tese possível.

À Professora Myriam Lopes, pela sua disponibilidade e colaboração, essenciais para ultrapassar os problemas encontrados.

Ao João Marques, por quem orientei a minha aprendizagem nestas temáticas, antes e durante o período de elaboração deste trabalho.

Ao Professor Pedro Ramos, pelos preciosos contributos no amadurecimento da metodologia desenvolvida.

Ao Professor Eduardo Anselmo de Castro, pela compreensão e apoio manifestados, essenciais para a minha paz de espírito, em particular na fase final deste percurso. Aos meus colegas de trabalho, Carlos Jorge Silva e Paulo Batista, pela incansável colaboração e paciência.

À minha família, pelo encorajamento ao longo do processo. Ao Bruno Ferreira, que teve um papel determinante, mas não visível, na elaboração desta tese.

palavras-chave

Análise *input-output*, emissões de gases com efeito estufa, intensidade de emissão.

resumo

As alterações climáticas são o problema ambiental que maior projecção tem merecido. O impacto global das emissões de gases com efeito de estufa (GEE) levou a que se criasse no âmbito da política internacional mecanismos de controlo e responsabilização como nunca antes se havia verificado.

Em Portugal, no quadro da União Europeia, esta temática também provocou reacções, não só ao nível político, mas também junto dos agentes económicos e privados. Esta tese pretende pois estudar estas reacções, quantificá-las quando possível, e dar os primeiros passos para a compreensão das suas causas específicas, de forma a capacitar futuras medidas políticas, aumentando a sua eficácia. Foi esse o objectivo deste trabalho: estudar o comportamento dos diversos agentes económicos no que concerne as emissões de GEE, ao longo do período entre 1996 e 2006. Optou-se pela metodologia *input-output*, por permitir a identificação, não só do efeito directo de cada sector económico, mas também dos efeitos indirectos da globalidade do ciclo produtivo e dos efeitos induzidos pelo consumo privado.

Verificou-se que existe uma diminuição da intensidade carbónica transversal a todos os sectores analisados mas que, ao nível dos efeitos multiplicadores, se assistiu a um acréscimo em 1999 que se pensa traduzir aumentos da complexidade das cadeias produtivas e variações no impacto directo do sector energético. O papel das famílias ficou mais uma vez provado como grande força motriz do sector económico, sendo essencial a sua inclusão nos modelos de avaliação de impactos.

Pensa-se que os instrumentos de apoio à tomada de decisão deverão incluir os efeitos totais e os multiplicadores de emissões como parâmetros na avaliação de impactos das medidas de mitigação das emissões de GEE.

keywords

Input-output analysis, greenhouse gases emissions, emission intensity

abstract

Climate change has been the most discussed environmental subject. The global impact of greenhouse gases (GHG) has lead to the creation of control and liability mechanisms unprecedented in the scope of international affairs.

This issue has also got an impact in Portugal, not only at the political level but on economical and private players as well. This thesis intended to assess those impacts, quantifying them whenever possible, launching the understanding of their specific causes in order to set a framework for future political measures, increasing their efficiency. Thus the goal of this work was to study the behaviour of various economical players concerning the emission of GHG between 1996 and 2006. An input-output methodology was applied allowing not only the identification of the direct effect on each economical sector, but also of the indirect effects on the global productive cycle and the effects induced by private consumption.

In all sectors, a reduction of the carbon intensity was verified. However, a slight enhancement in 1999 of the emissions multipliers was observed, probably connected to the increasing complexity of the production chain and to the changes in the carbon intensity (direct effect) of the energy sector. The importance of the family sector was once more proven as the main driver of the economic system, being therefore essential to include it in impact assessment models.

The inclusion of the emissions total effects and multipliers as evaluation parameters of GHG emissions mitigation measures is believed to be relevant for any decision support tool.

Índice

1	Introdução	1
1.1	Motivação	1
1.2	Pergunta de investigação	2
1.3	Argumento.....	2
1.4	Metodologia.....	4
2	Alterações climáticas – enquadramento científico e político	7
2.1	Aquecimento global – Base científica	7
2.1.1	Consequências a curto prazo	12
2.1.2	Consequências a médio e longo prazos	14
2.1.3	Previsões para a Europa.....	17
2.2	Alterações climáticas – enquadramento político	19
2.2.1	Nível internacional	20
2.2.2	Nível europeu	25
2.2.3	Em Portugal	31
3	Modelo <i>input-output</i>.....	37
3.1	Fundamentos da análise <i>input-output</i>	37
3.2	Modelo tradicional – matriz quadrada.....	39
3.2.1	Formulação matemática do modelo	41
3.2.1.1	Coeficientes técnicos	42
3.2.1.2	Matriz inversa de Leontief	43
3.2.1.3	Endogeneização das famílias – modelo fechado	45
3.3	Modelo rectangular.....	46
3.3.1	Coeficientes técnicos	49
3.3.2	Matriz equivalente à inversa de Leontief	50
3.4	Avaliação de impactos.....	54

3.5	Aplicação a parâmetros ambientais	58
3.6	Construção do modelo	60
3.6.1	Construção do quadro de transacções	60
3.6.2	Deflação	62
3.6.3	Passagem da matriz <i>Use</i> a preços de produção	64
3.6.4	Cálculo dos coeficientes técnicos e da matriz inversa	66
3.6.5	Cálculo dos coeficientes e multiplicadores de emissão de GEE	67
4	Apresentação e discussão dos resultados	69
4.1	Análise dos resultados do modelo <i>input-output</i>	69
4.2	Análise dos resultados relativos às emissões de GEE	72
4.3	Identificação de tendências.....	81
4.4	Reflexão global	87
5	Conclusões e trabalho futuro	91
	Bibliografia	95
	Anexos	A1
	AI – Objectivos de Quioto para os Países do Anexo I, e grau de cumprimento dos mesmos em 2007	A2
	AII - Classificação portuguesa das actividades económicas (CAE), revisão 2.1	A3
	AIII – Produção dos diferentes bens e serviços, entre 1996 a 2006	A6
	AIV – Emissões de GEE dos diferentes ramos ao nível, entre 1996 e 2006.....	A8

Índice de Figuras

Figura 2.1 Esquema ilustrativo do balanço radiativo do sistema Espaço - Atmosfera – Terra, expresso em fluxos percentuais	8
Figura 2.2 Alteração nas concentrações de dióxido de carbono [ppm], de metano [ppb], de óxido nitroso [ppb], e dos respectivos forçamentos radiativos [Wm^{-2}] nos últimos 10 000 anos e desde 1750 (quadrado pequeno).....	10
Figura 2.3 Alterações observadas na (a) temperatura média superficial global; (b) nível médio do nível do mar global; (c) cobertura de neve entre Março e Abril no Hemisfério Norte.....	11
Figura 2.4 Alteração da temperatura observada na Europa, entre 1976 e 2006	12
Figura 2.5 Padrão geográfico do aquecimento superficial projectado para o final do século XXI (2090-2099), comparativamente com as temperaturas verificadas entre 1980-1999.	14
Figura 2.6 Exemplos ilustrativos dos impactos globais projectados das alterações climáticas associados a diferentes aumentos da temperatura superficial média no século XXI.....	16
Figura 2.7 Principais impactos e efeitos (efectivos e projectados) nas regiões biogeográficas da Europa	18
Figura 2.8 Contribuições agregadas dos países com maiores emissões de GEE, 2005 ..	24
Figura 2.9 Variação das emissões de GEE na UE-15 e UE-27, desde 1990 a 2007, relativamente aos objectivos de Quioto	30
Figura 2.9 Variação das emissões nacionais, entre 1995 e 2006	36
Figura 3.1 Esquema simplificado com os principais componentes do sistema económico, evidenciando as interdependências dos sectores	38
Figura 3.2 Quadro de transacções simplificado	41
Figura 3.3 Quadro de transacções simplificado do modelo fechado	45
Figura 3.4 Quadro de entradas e saídas simplificado do modelo rectangular	47
Figura 3.5 Quadro de entradas e saídas do modelo rectangular fechado	53
Figura 3.6 Esquema dos coeficientes técnicos do modelo rectangular fechado.....	54
Figura 3.7 Significado dos elementos da matriz inversa nos modelos <i>input-output</i> tradicional e rectangular (3º quadrante), aberto e fechado.....	55
Figura 3.8 Quadro de transacções dos dados iniciais	61
Figura 3.9 Quadro de transacções adoptado	66

Figura 4.1 Variação das emissões de GEE, entre 1995 e 2006, nos seis sectores de actividade económica com maior valor absoluto de emissões, e nas famílias	73
Figura 4.2 Variação da produção nacional (a preços de 2006), e da intensidade carbónica, entre 1996 e 2006	81
Figura 4.3 Variação do efeito directo relativo às emissões de GEE, entre 1996 e 2006, dos seis sectores de actividade económica com maior valor absoluto de emissões, e das famílias.....	82
Figura 4.4 Variação da <i>precipitação anual</i> em função do efeito directo do sector energético ao nível das emissões de GEE, entre 1996 e 2006.....	83
Figura 4.5 Variação da produção de <i>electricidade renovável</i> em função do efeito directo do sector energético ao nível das emissões de GEE, entre 1996 e 2006	83
Figura 4.6 Variação do <i>preço do barril de petróleo Brent</i> (preços de Julho de cada ano) em função do efeito directo do sector energético ao nível das emissões de GEE	84
Figura 4.7 Variação do efeito total (modelo aberto – tipo I) relativo às emissões de GEE, entre 1996 e 2006, dos seis ramos de actividade económica com maior valor absoluto de emissões	85
Figura 4.8 Variação do efeito total (modelo fechado – tipo II) relativo às emissões de GEE, entre 1996 e 2006, dos seis sectores de actividade económica com maior valor absoluto de emissões, e das famílias	85
Figura 4.9 Variação do multiplicador simples de emissões de GEE, entre 1996 e 2006, nos seis sectores de actividade económica com maior valor absoluto de emissões.....	86
Figura 4.10 Variação do multiplicador total de emissões de GEE, entre 1996 e 2006, nos seis sectores de actividade económica com maior valor absoluto de emissões, e nas famílias.....	87
Figura 4.11 Principais factores condicionantes da tendência de variação das emissões de GEE nas <i>indústrias de manufactura e construção</i> , na EU-15, entre 1990 e 2007.....	89
Figura 4.12 Principais factores condicionantes da tendência de variação das emissões de GEE na <i>prod. electricidade e aquecimento</i> , na EU-15, entre 1990 e 2007	89
Figura 4.13 Principais factores condicionantes da tendência de variação das emissões de GEE do <i>consumo doméstico</i> , na EU-15, entre 1990 e 2007.....	89
Figura 4.14 Principais factores condicionantes da tendência de variação das emissões de GEE no <i>transp. rodoviário de passageiros</i> , na EU-15, entre 1990 e 2007	89

Índice de Tabelas

Tabela 2.1 Potencial de Aquecimento Global dos principais GEE	9
Tabela 2.2 Características de algumas trajectórias de emissões globais para atingir a estabilização da concentração de CO ₂ e GEE	16
Tabela 2.3 Principais momentos na história mundial na temática das Alterações Climáticas	20
Tabela 2.4 Emissões dos principais países industrializados, do total dos países desenvolvidos e em desenvolvimento em 2000 e cumulativas desde 1850 e 2002	21
Tabela 2.5 Principais momentos na história europeia na temática das Alterações Climáticas	25
Tabela 2.6 Principais componentes do EPCC II, respectivos potenciais de redução, e algumas medidas exemplificativas	29
Tabela 2.7 Principal legislação portuguesa relacionada com Mitigação de Emissões de GEE	32
Tabela 2.8 Principais medidas do PNAC (2004, 2006 e 2007) e correspondentes potenciais de redução	34
Tabela 3.1 Sistematização do significado dos diferentes tipos de parâmetros na matriz inversa equivalente à de Leontief	52
Tabela 4.1 Efeitos directos, multiplicadores simples e totais de produção de 2006, a preços constante de 2006, e respectivas taxas de variação entre 1996 e 2006	70
Tabela 4.2 Efeitos directos e totais ao nível das emissões de GEE originadas pelo consumo dos diversos produtos em 2006, e respectivas taxas de variação entre 1996 e 2006	75
Tabela 4.3 Multiplicadores simples e totais de emissão de GEE em 2006, e respectivas taxas de variação entre 1996 e 2006	76
Tabela 4.4 Efeitos directos, indirectos, induzidos e totais ao nível das emissões de GEE dos diversos produtos, em 2006	80
Tabela A.1 Compromissos dos países do Anexo I no Protocolo de Quioto, e mediante a União Europeia; variação das emissões entre 1990 e 2007	A2
Tabela A.2 Produção dos diversos bens e serviços (59 ramos e famílias), entre 1996 e 2006, a preços constantes de 2006	A6
Tabela A.3 Emissões de GEE dos ramos económicos, entre 1996 e 2006	A8

Siglas e abreviaturas

AC	Alterações climáticas
AAU	<i>Assigned Amount Units</i>
CAE	Classificação portuguesa das actividades económicas
CELE	Comércio Europeu de Licencias de Emissão
CoP	Conferência das Partes (<i>Conference of Parties</i>)
DPP	Departamento de Prospectiva e Planeamento e Relações Internacionais do Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional
EEA	Agencia Europeia do Ambiente (<i>Environmental European Agency</i>)
EUROSTAT	Gabinete de Estatísticas da União Europeia
GEE	Gases com efeito de estufa
I&D	Investigação e desenvolvimento
INE	Instituto Nacional de Estatística
IPCC	Painel Intergovernamental em Alterações Climáticas (<i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i>)
IVA	Impostos sobre o Valor Acrescentado
MDL	Mecanismo de Desenvolvimento Limpo
PEAC	Plano Europeu para as Alterações Climáticas
PIB	Produto Interno Bruto
PNAC	Programa Nacional para as Alterações Climáticas
PNALE	Plano Nacional de Atribuição de Licenças de Emissão
PAG	Potencial de aquecimento global
UE	União Europeia
UNFCCC	Convenção Quadro das Nações Unidas para as Alterações Climáticas (<i>United Nations Framework Convention on Climate Change</i>)
SAM	<i>Social Accounting Matrix</i>
VAB	Valor acrescentado bruto

1 INTRODUÇÃO

1.1 Motivação

O objectivo da Humanidade é o progresso. Os países, as regiões e até as pessoas, individualmente, elaboram e implementam estratégias com o intuito de alcançarem maiores níveis de desenvolvimento. Porém, nas últimas décadas, a clareza deste conceito foi-se esbatendo, sendo, hoje em dia, consensual que encerra objectivos conflituosos: o pleno usufruto dos recursos naturais (e.g. petróleo), a manutenção destes para as gerações vindouras e um bom nível de qualidade ambiental.

Em 1992, na Cimeira do Rio, a necessidade de conciliar as diferentes esferas do desenvolvimento – económica, social e ambiental - mas também a temporal, presente e futura, levou ao reconhecimento de que o desenvolvimento tinha que ser sustentável para que pudesse corresponder às expectativas de todos os envolvidos, agora e no futuro.

Mais uma vez, a noção de desenvolvimento sustentável, apesar de clarificar o objectivo a alcançar, não é de fácil concretização: ‘desenvolvimento sustentável é um processo de mudança no qual a exploração de recursos, a direcção dos investimentos, a orientação do desenvolvimento tecnológico, e as mudanças institucionais são efectuadas em harmonia e aumentam o potencial das actuais e futuras gerações realizarem as suas necessidades e aspirações.’ (WCED, 1987)

Este desafio coloca, entre outros, o problema da conciliação entre a esfera económica e ambiental. Para tal, é essencial a realização de estudos que consigam aferir qual o ponto de equilíbrio ou, pelo menos, indicar a direcção a seguir, dando orientações sobre que os compromissos (*trade-offs*) podem ser considerados aceitáveis e quais os valores ambientais que devem ser conservados sob risco de ser comprometer a meta de sustentabilidade definida à partida.

Neste contexto, as alterações climáticas constituem um dos problemas mais preocupantes da actualidade. No entanto, apesar de muitos estudos realizados, ainda não é possível determinar com clareza qual a responsabilidade de cada cadeia produtiva, desde a extracção das matérias-primas até à comercialização do produto, nas emissões de gases com efeito de estufa (GEE), nem o impacto que as medidas de mitigação propostas podem vir a ter na economia nacional.

A motivação para a realização deste estudo vem da vontade de dar um contributo para o desenvolvimento dos modelos económicos que permitam servir como ferramenta de apoio à elaboração de estratégias de mitigação da emissão de GEE, aplicados à economia portuguesa, através da análise da realidade portuguesa na ultima década.

Neste sentido, o objectivo desta dissertação é desenvolver e aplicar um modelo *input-output* adequado à análise dos impactos na economia nacional, e nos sectores de actividade, da introdução de políticas e medidas mitigadoras da emissão de GEE. O estudo da realidade portuguesa neste âmbito, permitirá evidenciar as potencialidades desta ferramenta no que respeita a monitorização do impacto de cada actividade económica no que concerne as emissões nacionais de GEE, mas também na compreensão da reacção dos diversos agentes da sociedade às medidas e iniciativas políticas nesta área.

1.2 Pergunta de investigação

Neste trabalho ir-se-á procurar responder a dois tipos de perguntas: relacionadas com a temática em estudo (A) e relacionadas com a metodologia escolhida (B):

A

É possível observar efeitos da política internacional, europeia e nacional na economia portuguesa, entre 1996 e 2006, no que concerne à intensidade de emissão de GEE dos diferentes sectores económicos e das famílias (toneladas de GEE por euros produzidos)?

A abrangência do estudo necessária para responder a esta questão leva a que se coloque uma outra questão menos ambiciosa, mas importante para que se possa responder à primeira. Que causas podem ser apontadas para explicar as variações ao nível da intensidade carbónica de emissão verificadas nos diferentes sectores económicos?

B

Está o modelo *input-output* ajustado à necessidade de monitorizar o impacto (directo e indirecto) das medidas políticas de mitigação de GEE nos diferentes ramos da economia?

Tendo como base o comportamento da economia ao longo de um determinado período de tempo, pode o modelo *input-output* apoiar a delineação de novas estratégias, de maior eficiência e eficácia, através da previsão do impacto das mesmas na economia nacional e nas emissões da economia como um todo?

1.3 Argumento

A

Acredita-se que será difícil encontrar evidências claras de uma relação causa-efeito, quanto às alterações do comportamento dos agentes económicos perante o novo enquadramento político e legislativo da problemática das alterações climáticas. Os grandes efeitos nas emissões de GEE na actividade industrial devidos à mudança de enquadramento apenas serão visíveis a partir da internacionalização do custo ambiental das emissões de CO₂ para as estas actividades emissoras, por exemplo, através da introdução, em 2005, do comércio europeu de licenças de emissão (CELE).

Atendendo à inércia existente ao nível da mudança de comportamento, pensa-se que será possível comprovar que os agentes privados começaram já a introduzir na sua actividade a preocupação com a redução das emissões de GEE, principalmente as indústrias que se encontram incluídas no CELE, mas que existe ainda muito a fazer até que as preocupações já patentes nas políticas portuguesas se possam traduzir num significativo aumento de eficiência energética e produtiva neste campo.

Não é possível analisar a problemática da emissão dos GEE esquecendo que esta está estreitamente ligada às questões energéticas, dado que a maioria das emissões tem origem na utilização dos combustíveis fósseis para a produção de energia (eléctrica, mecânica ou térmica). Na Europa, as emissões de GEE relacionadas com energia representam 80% do total emitido, sendo os sectores de produção de electricidades e de transportes os com maior peso (EEA, 2008a). Assim, para compreender o comportamento dos diversos agentes económicos, será também necessário fazer as interligações entre as políticas climática e energética.

A análise da evolução da intensidade energética em Portugal¹ é importante para este estudo, dado que traduz a eficiência com que a economia utiliza a energia. Acredita-se que também será possível explicar a variação da intensidade energética, que após ter aumentado (7,5%, URL01), entre 1996 e 2005, em 2006 apresentou valores quase idênticos aos de 1996 (196 kg de petróleo equivalente por 1000 € de PIB gerado).

Uma análise detalhada do comportamento das indústrias de produção de electricidade, sendo reflexo de diversos factores (e.g. o regime de precipitação, os preços dos combustíveis fósseis) exige um estudo mais detalhado, mas pensa-se que será dos sectores que exhibe uma maior preocupação com a minimização das emissões, dado que estas reflectem a eficácia na utilização do factor produtivo principal, e também o reforço da componente renovável.

B

A investigação desenvolvida na Universidade de Aveiro, na última década, na área dos modelos *input-output* aplicados às questões ambientais, e em concreto, à emissão de GEE (Lopes, 2004, Martins *et al.*, 2005, Castro *et al.*, 2002, Marques, 2002, Marques *et al.*, 2008), deu já fortes provas de que esta metodologia é apropriada para o estudo da componente económica da problemática das alterações climáticas, discriminando os diversos ramos económicos. Os modelos *input-output*, ao permitirem compreender como as medidas preconizadas afectam cada ramo industrial e determinar o seu impacto na globalidade da máquina económica, apresentam valências únicas neste tipo de estudos.

A metodologia proposta, pela diversidade de informação que produz, permite análises de nível macro mas também sectorial da economia nacional e do seu desempenho no que concerne a emissão de GEE, pelo que poderá dar um contributo positivo na compreensão das dinâmicas presentes no sistema económico.

¹ Razão entre o consumo primário de energia e o produto interno bruto (PIB).

1.4 Metodologia

Os principais passos seguidos durante o trabalho que culminou na elaboração desta tese foram os seguintes:

1. Compreensão do enquadramento político e regulamentar no que respeita as alterações climáticas e questões energéticas

Os principais documentos sobre alterações climáticas e política energética, de âmbito internacional, mas principalmente europeu e nacional, foram identificados e analisados. O objectivo foi desenhar um panorama geral dos factores que possam ter influenciado de forma significativa o comportamento dos agentes económicos ao longo da década de 1996-2006 quanto às emissões de GEE (capítulo 2).

2. Pesquisa e consolidação dos conceitos sobre análise *input-output*

A metodologia *input-output* foi estudada em detalhe, e mais especificamente a sua aplicação a parâmetros ambientais, tais como as emissões de GEE. Com base na bibliografia existente, as potencialidades deste método foram avaliadas no que concerne à sua aplicação ao estudo e monitorização do impacto de políticas públicas, quer como ferramenta de compreensão da resposta dos agentes económicos a políticas já implementadas, como de apoio ao desenho de novas políticas (capítulo 3).

3. Definição do caso de estudo e sua caracterização

A abrangência da parte prática deste estudo foi definida com base nos dados existentes. Decidiu-se estudar a evolução das emissões de GEE em Portugal, pelos diversos sectores económicos, com uma desagregação a 59 sectores acrescidos ainda do sector 'famílias', desde 1996 até 2006. Os dados foram recolhidos, junto do EUROSTAT (dados das contas nacionais), do Instituto Nacional de Estatística (dados das emissões de GEE) e do Departamento de Prospectiva e Planeamento e Relações Internacionais do Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional (dados dos impostos) (capítulo 4).

4. Desenho da metodologia *input-output* mais adequada à análise dos dados portugueses

A metodologia a aplicar nesta tese foi desenvolvida atendendo aos objectivos em causa, mas também à disponibilidade de dados. Foi ainda necessário encontrar mecanismos de cálculo para colmatar as falhas nas séries de informação, sem comprometer a coerência da informação (capítulo 3).

5. Desenvolvimento dos programas informáticos necessários para o tratamento dos dados de forma automatizada

Um passo essencial para a análise dos dados anuais do período entre 1996 a 2006 foi a mecanização dos passos de cálculo. Foram desenvolvidos dois programas informáticos: um para permitir a aplicação de um método de deflação específico para as matrizes

input-output (referenciação dos dados para um mesmo ano), e um segundo para a aplicação do método input-output, a partir dos dados das contas nacionais.

6. Aplicação do modelo e análise de resultados

Após a deflação dos dados, para o ano de referência (2006), e da aplicação da metodologia definida, obtendo-se indicadores económicos e ambientais, foi realizada a análise crítica dos resultados, que incluem as tendências de evolução na passada década, quanto à actividade económica e à intensidade de emissão dos GEE (capítulo 4).

7. Conclusões e identificação de área de investigação futura

As principais conclusões deste estudo foram concretizadas numa breve reflexão sobre as potencialidades e limitações da aplicação das metodologias input-output à avaliação dos impactos de políticas no âmbito das alterações climáticas e sobre as tendências verificadas no comportamento dos agentes económicos. Pretendeu-se identificar os passos a seguir de forma a consolidar e tirar partido da metodologia aplicada, assim como das ferramentas de cálculo desenvolvidas (capítulo 5).

8. Redacção

A última etapa deste trabalho foi a transposição deste percurso no presente documento, tentando concentrar o conhecimento adquirido de forma clara e sucinta, explanando os instrumentos e métodos desenvolvidos e os principais resultados obtidos.

2 ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS – ENQUADRAMENTO CIENTÍFICO E POLÍTICO

A existência do fenómeno das alterações climáticas (AC) é inquestionável. O que começou por surgir como uma hipótese levantada por alguns cientistas é agora confirmado pela análise estatística dos dados meteorológicos, e já muitas populações humanas sentem as consequências do que se pensa ser início do fenómeno. Em todos os continentes e em quase todos os mares foram recolhidas evidências das perturbações nos sistemas naturais, devido a alterações climáticas regionais e, em particular, a aumentos da temperatura.(IPCC, 2007a)

Neste capítulo pretende-se fazer uma breve introdução sobre os factos científicos que estão na base desta problemática, assim como identificar as consequências, tanto as já verificadas, como as previstas a médio e longo prazo. De seguida, tentar-se-á fazer um resumo do enquadramento político internacional, europeu e nacional, focando não só as iniciativas no campo específico das alterações climáticas, mas também a componente energética, pelo seu claro peso nas emissões de GEE.

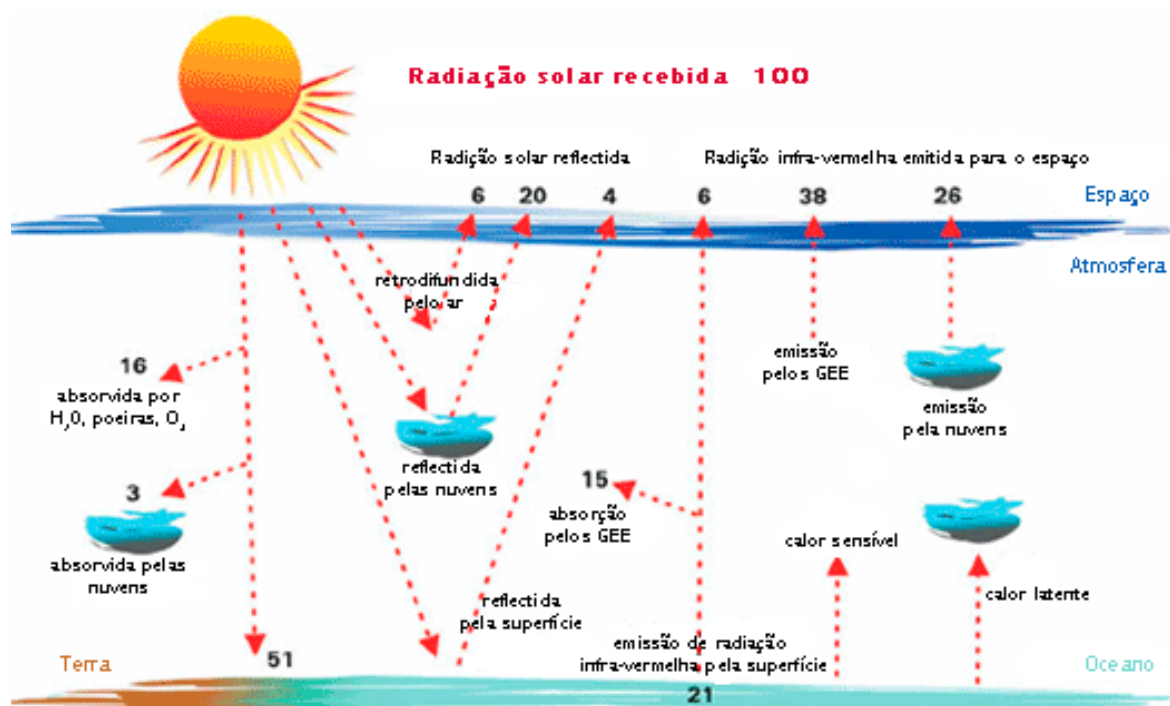
2.1 Aquecimento global – Base científica

A existência de gases com efeito de estufa na atmosfera é uma das características responsáveis pelo regime de temperatura do planeta Terra, sendo essencial na criação das condições ideais para o desenvolvimento da vida que conhecemos.

Juntamente com outros factores, o actual regime de temperatura é determinante em diversos ciclos naturais, tais como o hidrológico, o de ventos e o de correntes oceânicas. Os parâmetros naturais envolvidos são resultado de um complexo conjunto de factores que se influenciam e se auto controlam mutuamente. Dai que a introdução de uma alteração num deles provoque uma sequência de mudanças em todos.

Observações de evidências científicas permitiram comprovar que, ao longo da história do planeta, a variação da concentração dos GEE foi sempre acompanhada por alterações das condições atmosféricas.

O efeito de estufa decorre da incorporação e manutenção da energia solar na atmosfera terrestre. A energia radiativa proveniente do sol, ao entrar na atmosfera, é captada pelo ar, água e solo, podendo ser convertida em energia térmica, aumentando desta forma a temperatura da superfície terrestre. A energia térmica do solo e da água é também libertada para a atmosfera, podendo ser dissipada para o espaço ou então, retida. Os GEE são os responsáveis por esta retenção. Estima-se que, na ausência do “efeito de estufa”, a temperatura média à superfície seria aproximadamente 30°C inferior à actual (UNFCCC/UNEP, 2003).



Fonte: URL12 (adaptação)

Figura 2.1 Esquema ilustrativo do balanço radiativo do sistema Espaço - Atmosfera – Terra, expresso em fluxos percentuais

Existem diversos GEE, sendo a maioria originário em processos naturais, tais como o vapor de água (H₂O), o dióxido de carbono (CO₂), o metano (CH₄) e o óxido nitroso (N₂O). As actividades antropogénicas são também responsáveis pela emissão destes GEE, e de gases de origem industrial, tais como os clorofluorcarbonetos (CFC), os perfluorcarbonetos (PFC) e os hidrocarbonetos halogenados (HFCs). O ozono (O₃) também é um GEE, que é produzido naturalmente na atmosfera na presença de outros poluentes atmosféricos: o monóxido de carbono (CO), os óxidos de azoto (NO_x) e outros compostos orgânicos voláteis para além do metano (COVM).

Para ser possível comparar o impacto da emissão de cada um destes gases foi criado um parâmetro, o potencial de aquecimento global (PAG). O PAG é função da capacidade de absorção da energia térmica (radiação infravermelha) pelo composto e pelo seu tempo médio de permanência na atmosfera, o qual depende dos processos químicos em que participam, influenciando para tal a concentração dos diversos constituintes da atmosfera (Forster *et al.*, 2007).

O vapor de água é responsável por aproximadamente dois terços do efeito de estufa. A sua presença na atmosfera é resultado de processos naturais, integrados no ciclo hidrológico, fora do controle da acção humana, pelo que usualmente não é abordado enquanto GEE. No entanto, deve ter-se em consideração que a quantidade de vapor de água na atmosfera é directamente dependente da sua temperatura, pelo que o aumento desta leva ao acréscimo do teor de água, o que por si provoca um novo aumento da temperatura. Este fenómeno de *feedback* positivo implica que a concentração de vapor

Tabela 2.1 Potencial de Aquecimento Global dos principais GEE

Espécie	Fórmula química	Tempo de vida [ano]	Potencial de Aquecimento Global ^a [CO ₂ eq.]
Dióxido de carbono	CO ₂	variável	1
Metano	CH ₄	12 ^b	25
Óxido nitroso	N ₂ O	114	298
CFC-13 ^c	CClF ₃	640	14 400
HFC-125 ^c	CHF ₂	29	3 500
Hexafluoreto de enxofre	SF ₆	3 200	22 800

^a Para um período de 100 anos.

^b O PAG do metano engloba os efeitos indirectos do aumento do acréscimo do ozono e vapor de água.

^c A título de exemplo, apresentam-se valores de PAG para um gás dos clorofluorcarbonos (CFCs) e dos hidrofluorcarbonos (HFCs).

Fonte: Forster *et al.*, 2007

de água acompanha e amplifica as alterações na temperatura, induzidas por outras causas (Richardson *et al.*, 2009).

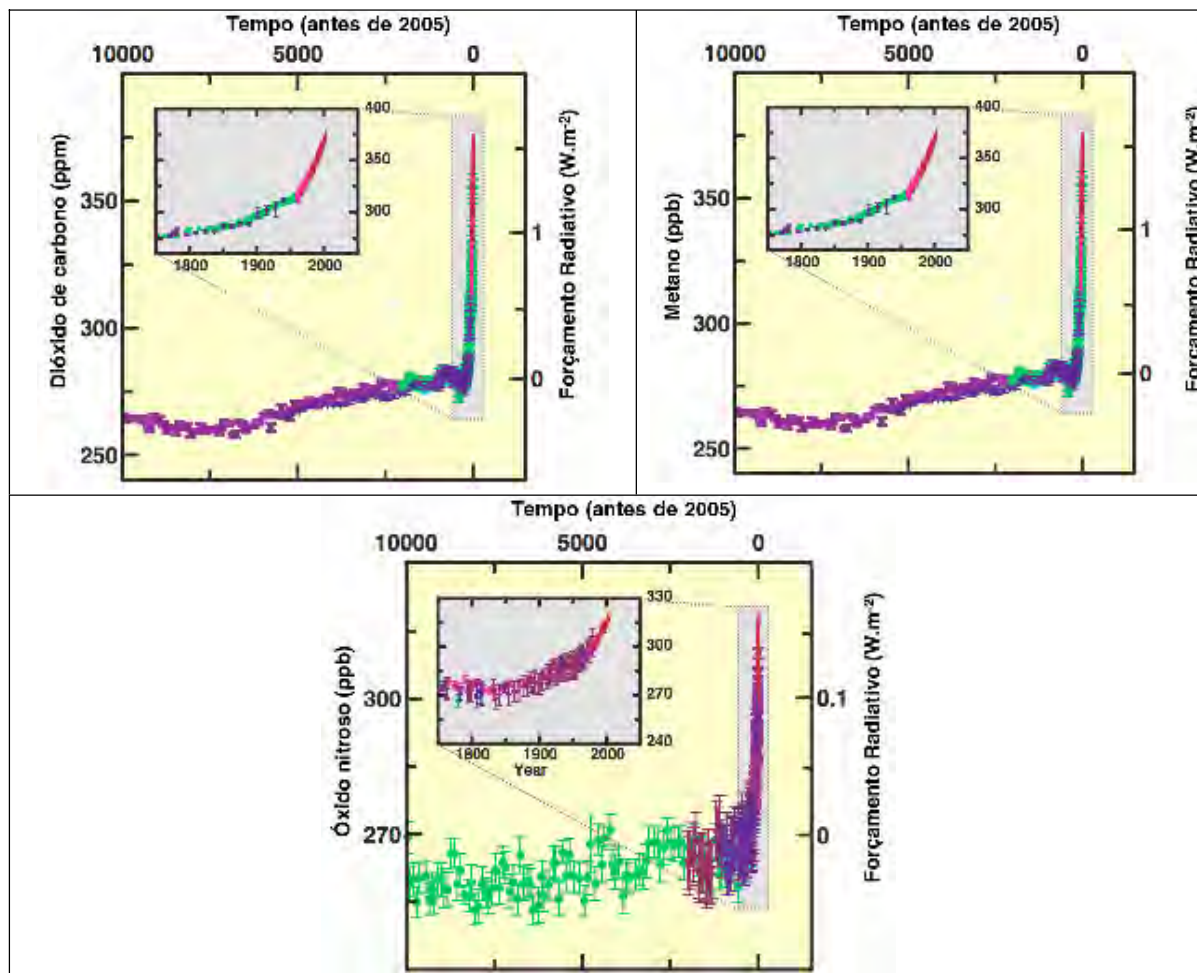
O *dióxido de carbono* é o principal GEE de origem antropogénica, quer pela quantidade de emissões, mas também pela sua concentração original na atmosfera. Existem dois tipos de origens das emissões de CO₂: naturais e antropogénicas. As primeiras estão relacionadas com a respiração dos seres vivos, com a decomposição da matéria orgânica e com a combustão de matéria vegetal, isto é, com o ciclo normal do carbono no planeta. A fonte antropogénica é essencialmente a queima de combustíveis fósseis, que resulta na libertação para a atmosfera de carbono acumulado sob a forma hidrocarbonetos no subsolo durante milhões de anos.

Globalmente, o CO₂ é responsável por cerca de 60% do efeito de estufa com origem nas actividades humanas. A concentração atmosférica deste gás variou menos de 10% durante os 10 000 anos antes da revolução industrial, momento em que o Homem se apercebeu das potencialidades dos combustíveis fósseis como fonte de energia. Desde essa altura, registou-se um aumento de cerca de 30%, causado pela queima massiva de combustíveis fósseis. As suas emissões entre 1970 e 2004 aumentaram cerca de 80% (2), enquanto que a sua concentração aumentou de 280 ppm para 379 ppm, desde os tempos pré industriais em 2005 (IPCC, 2007b). (*vide* figura 2.2).

O *metano* é o segundo GEE mais importante, contribuindo em cerca de 20% para este fenómeno. Tem origem nos processos de degradação da matéria orgânica na ausência de oxigénio, pelo que está presente numa grande diversidade de processos, uns naturais, outros influenciados pelo Homem, como por exemplo, as praticas agrícolas e pecuárias, e a gestão dos resíduos. A concentração de metano na atmosfera já duplicou desde a Revolução Industrial. No entanto, a taxa de crescimento das emissões tem diminuído desde o início da década de 90 (IPCC, 2007a), enquanto que a sua concentração aumentou de 715 ppb para 1774 ppb, desde os tempos pré industriais até 2005 (IPCC, 2007b) (*vide* figura 2.2).

O *óxido nitroso* representa também um papel importante no que concerne ao efeito de estufa. É libertado naturalmente dos oceanos e florestas tropicais, e pelas bactérias no solo, mas também pelos solos fertilizados com base em compostos de azoto, queima de

combustíveis fósseis, produção industrial química e tratamento de águas residuais. Nos países industrializados, representa em média 6% das emissões de GEE. A concentração de NO_2 na atmosfera já cresceu 16% (IPCC, 2007a), enquanto que a sua concentração aumentou de 270 ppb para 319 ppb, desde os tempos pré industriais até 2005 (IPCC, 2007b) (vide figura 2.2).

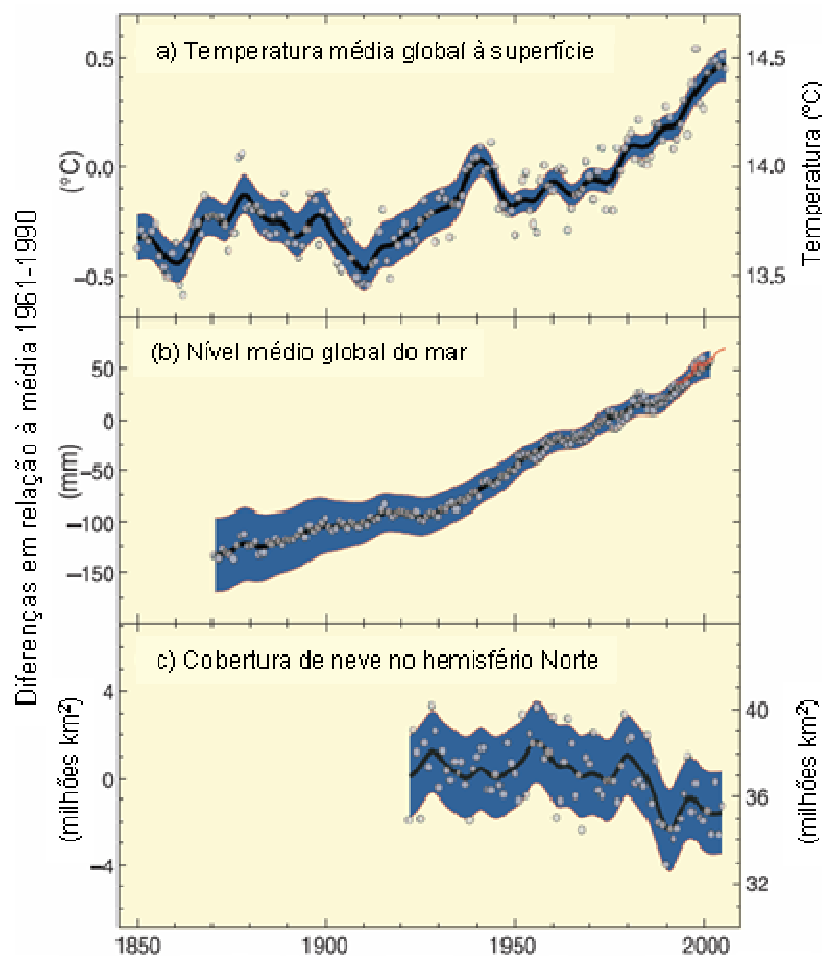


Fonte: IPCC, 2007b (adaptação)

Figura 2.2 Alteração nas concentrações de dióxido de carbono [ppm], de metano [ppb], de óxido nítrico [ppb], e dos respectivos forçamentos radiativos [W.m^{-2}] nos últimos 10 000 anos e desde 1750 (quadrado pequeno)

Poder-se-á de forma sucinta atribuir à queima de combustíveis fósseis e às alterações de uso da terra o aumento da concentração de dióxido de carbono, enquanto que os acréscimos verificados no que respeita ao metano e ao óxido nítrico se devem fundamentalmente à agricultura (IPCC, 2007b).

As consequências destas alterações também já se têm vindo a sentir. A temperatura, o nível médio do mar e área de superfície coberta por gelo permanente são apenas alguns dos parâmetros nos quais é já possível identificar as perturbações que estas mudanças estão a causar no sistema climático (vide figura 2.3).



Fonte IPCC, 2007a (adaptação)

Figura 2.3 Alterações observadas na (a) temperatura média superficial global; (b) nível médio do nível do mar global; (c) cobertura de neve entre Março e Abril no Hemisfério Norte. Todas as diferenças referem-se às correspondentes médias entre 1961 e 1990. As curvas suaves representam valores médios, e os círculos indicam valores anuais; a zona sombreada corresponde à zona de incerteza.

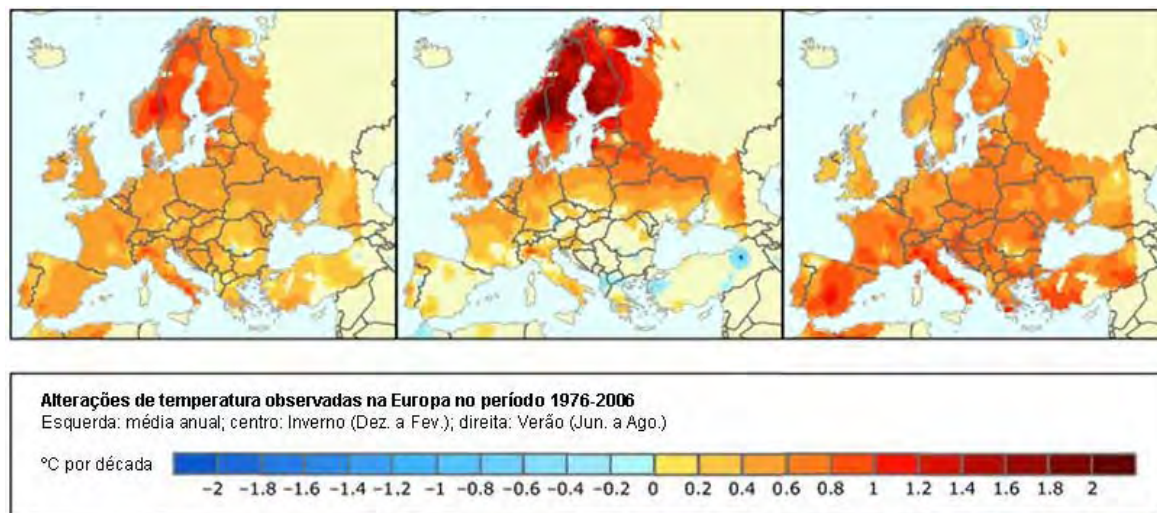
Onze dos doze anos mais quentes desde que se fazem medições da temperatura terrestre (ano 1850) ocorreram no período 1995-2006. O aumento de temperatura média global entre 1850 – 1899 e 2001 – 2005 foi de 0,76°C [0,57 a 0,95°C]. (IPCC, 2007b)

O nível médio do mar tem vindo a subir, desde 1961, a uma taxa média de 1,8 mm/ano [1,3 a 2,3 mm/ano] e desde 1993, essa taxa passou a 3,1 mm/ano [2,4 a 3,8 mm/ano] mm/ano (IPCC, 2007a, IPCC, 2007b). O aumento verificado no século XX é estimado em 0,17 m [0,12 a 0,22 m] (IPCC, 2007b). Este fenómeno explica-se com base na expansão térmica da água dos oceanos, com o degelo dos glaciares e das calotes polares.

Observações realizadas nos oceanos permitiram concluir que a temperatura média aumentou (à superfície e em profundidade), absorvendo aproximadamente 80% do acréscimo de calor no sistema climático (IPCC, 2007b), o que esteve na origem da referida expansão térmica.

Quando se analisa em maior detalhe as variações da temperatura, é possível identificar zonas onde o fenómeno das alterações climáticas se faz sentir com maior intensidade.

Por exemplo, na figura 2.4 a península da Escandinava sobressai como a região onde se verificaram subidas mais acentuadas de temperatura, especialmente no Inverno, enquanto é nos países mediterrâneos que, no Verão, se verificam os aumentos mais significativos.



Fonte EEA/JRC/WHO, 2008

Figura 2.4 Alteração da temperatura observada na Europa, entre 1976 e 2006

2.1.1 Consequências a curto prazo

Apesar da implementação das medidas de mitigação e políticas de desenvolvimento sustentável complementares previstas, os estudos realizados indicam que as emissões de GEE irão continuar a crescer nos próximos anos.

Mas mesmo que tal não se verificasse, e que os níveis de GEE voltassem a ser os de 2000, um acréscimo de 0,1 °C por década seria ainda assim expectável (IPCC, 2007a), o que corresponde a uma aumento de cerca de 0,6°C no final do século, relativamente aos valores de 1980-1999 (IPCC, 2007c).

Prevê-se que as alterações climáticas tenham diferentes tipologias de consequências, das quais se destaca naturalmente o aumento de temperatura, a consequente subida do nível médio do mar e o aumento da ocorrência de episódios climáticos extremos, tais como inundações e furacões. (Richardson *et al.*, 2009)

Não há certezas absolutas de como e quando estes fenómenos se vão sentir nos diversos pontos do globo. Os diversos relatórios do IPCC têm contemplado previsões quanto à tipologia de impactos, altura de ocorrência e variação, consoante os aumentos de temperatura, tendo-se realizado estudos no sentido de averiguar que tipo de diferenciação geográfica é expectável. No quarto relatório de avaliação do IPPC foi concluído que as evidências observadas em todos os continentes e na maioria dos oceanos demonstram que muitos sistemas naturais estão já a ser afectados por alterações climáticas regionais, particularmente por subidas na temperatura (IPCC,

2007a, IPCC, 2007c). Neste relatório, é possível constatar, com elevado nível de confiança, que:

- Existem alterações significativas nas regiões com neve permanente e nos glaciares, com aumento muito significativo do número e área dos lagos glaciares, aumento da instabilidade do solo nas zonas de *permafrost* e alterações dos ecossistemas do Ártico e da Antárctica.
- No que concerne ao sistema hidrológico, as mudanças mais evidentes foram o aumento e antecipação dos fluxos originários nos glaciares, mas também a subida da temperatura em lagos e rios.
- Nos sistemas biológicos terrestres, a ocorrência dos eventos associados à Primavera (e.g. migração das aves) verifica-se mais cedo do que o habitual e a distribuição das espécies tem-se vindo a alterar (para altitudes e latitudes mais elevadas).
- Nos sistemas biológicos aquáticos marinhos e de água doce, devido ao aumento de temperatura, registam-se modificações ao nível da concentração de oxigénio dissolvido, salinidade e cobertura de gelo: verificaram-se mudanças na distribuição e abundância das algas e plâncton, assim como a alteração dos períodos dos movimentos migratórios dos peixes.
- O oceano tem vindo a sofrer um processo de acidificação, associado à absorção de dióxido de carbono da atmosfera. As consequências resultantes deste facto, que continua a acentuar-se, são em grande parte ainda desconhecidas.

Foram ainda detectadas outras evidências relevantes, apesar do seu grau de significância ser inferior, no que diz respeito aos impactos directos no Homem do aumento de temperatura já verificado:

- Perturbações ao nível da gestão agrícola e florestal, originadas por primaveras antecipadas a latitudes altas no hemisfério norte, mas também por ocorrências de fogos e doenças na flora.
- Impacto na saúde humana, ao nível da mortalidade causada por ondas de calor, na Europa e na distribuição de vectores portadores de doenças contagiosas.(IPCC, 2007c)

Convém referir que o estudo dos impactos das alterações climáticas tem e terá sempre associado um grau de incerteza significativo. É difícil ter uma percepção clara da distinção entre as mudanças originadas pelas alterações climáticas, e as que surgem como consequência de outros processos naturais ou despoletados por mão humana. A velocidade e intensidade das mudanças sentidas nos sistemas naturais, independentemente do grau de influência humana, e o elevado grau de interdependência dos sistemas, fazem com que seja extraordinariamente complexa a identificação rigorosa das causas das mudanças observadas.

Apesar das incertezas, em particular relativas ao grau de influência humana nas alterações climáticas, é impossível actualmente negar a existência de um fenómeno de

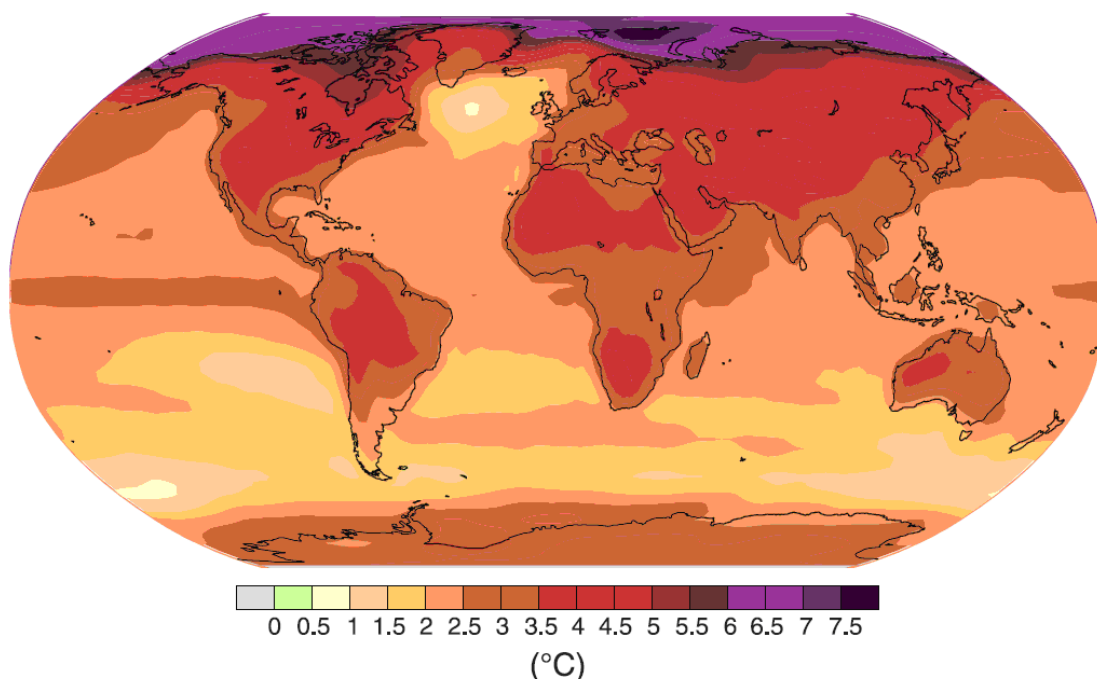
mudança do nosso sistema climático, como consequência da variação da concentração de GEE na atmosfera.

2.1.2 Consequências a médio e longo prazos

A previsão do que poderão ser as mudanças a médio e longo prazos, causadas pelas alterações climáticas, não é tarefa fácil nem simples. As variáveis a ter em consideração são inúmeras e as incógnitas também: se a previsão da evolução do sistema climático, perante uma determinada concentração de GEE, é uma tarefa de extraordinária complexidade, é impossível prever qual será o comportamento humano e o seu impacto nas concentrações de GEE na atmosfera, no futuro próximo.

Neste campo, a implementação de medidas de mitigação e de adaptação aumenta o grau de variabilidade, pelo que a maioria das previsões não entra em consideração com estas, ou traça cenários específicos para diferentes concentrações de GEE e aumentos de temperatura.

Para que seja possível compreender a diversidade de consequências que se poderá ter que enfrentar a médio e longo prazos, é necessário perceber qual o grau de variabilidade geográfico que o aumento de temperatura poderá ter. A análise da figura 2.5 leva à conclusão de que, no pólo norte, as alterações serão (tal como já se verifica) mais intensas e que na Europa o aumento da temperatura será relativamente moderado: na ordem dos 3°C, no final do século XXI.



Fonte: IPCC, 2007a

Figura 2.5 Padrão geográfico do aquecimento superficial projectado para o final do século XXI (2090-2099), comparativamente com as temperaturas verificadas entre 1980-1999

Um aspecto que deverá ser tido em consideração no estudo dos potenciais problemas que a humanidade terá que enfrentar, com o agravamento do fenómeno das alterações

climáticas, é que o desequilíbrio do sistema climático pode atingir níveis que despoletem a ocorrência sistemática de eventos extremos, como furacões, chuvas intensas e inundações. As consequências da ultrapassagem de determinados níveis são ainda desconhecidas.

Analisando mais detalhadamente as potenciais consequências das alterações climáticas, verifica-se que estão previstos também benefícios em algumas áreas geográficas, para determinadas gamas de aumento de temperatura.

Por exemplo, no que concerne à variação da produtividade agrícola, derivada da temperatura e da água disponível estima-se que possa aumentar ligeiramente para determinadas culturas, nas latitudes médias e altas, para acréscimos de temperatura entre 1 a 3 °C, diminuindo para aumentos mais significativos; no entanto, para baixas latitudes, nomeadamente em regiões com épocas secas ou tropicais, são esperadas diminuições na capacidade de produção alimentar, mesmo para aumentos de temperatura entre 1 a 2 °C. É de salientar que o grau de incerteza no cálculo destes parâmetros é ainda bastante significativo. (IPCC, 2007c, Richardson *et al.*, 2009)

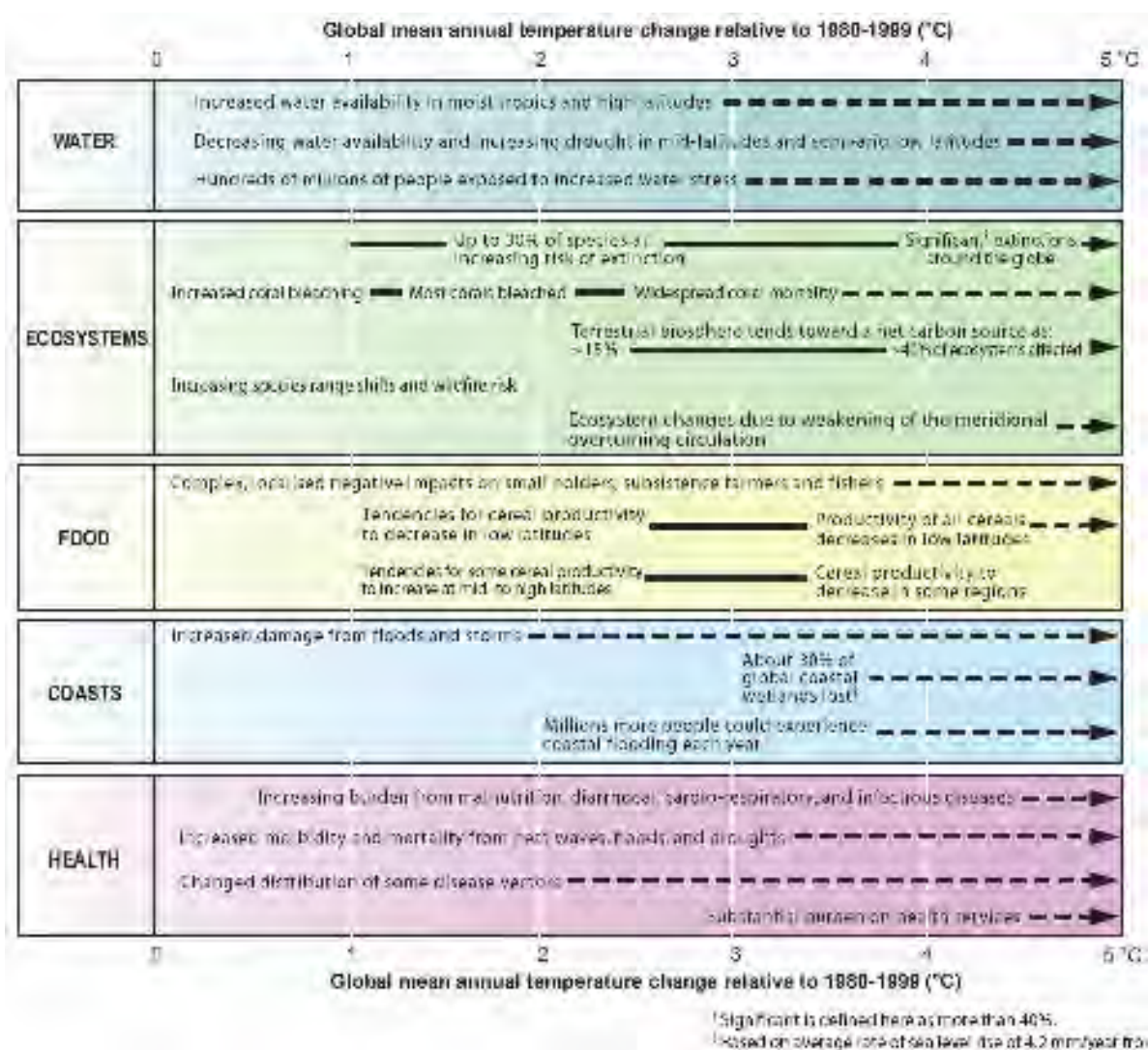
Na figura 2.6 encontra-se uma súmula dos potenciais impactos mais significativos na disponibilidade hídrica, nos ecossistemas, na produção alimentar, nas áreas costeiras, assim como na saúde humana. É possível verificar que muitos dos problemas são apresentados como consequências de pequenas variações de temperatura, tais como a verificada na actualidade, na ordem dos 0,7 °C.

O aumento de temperatura de 2°C foi identificado no 3º relatório do IPCC como o nível que permitiria evitar o desequilíbrio do sistema climático de forma a prevenir consequências mais danosas para a Humanidade. No entanto, no 4º relatório a revisão dos impactos originários em determinadas gamas de aumento de temperatura levou a que se concluísse que, mesmo com aumento na ordem dos 2°C, as alterações previstas são já significativas (vide figura 2.6).

Na tabela 2.2 são apresentadas as variações de temperatura associadas a diferentes trajetórias de emissão, sendo evidente que para manter os aumentos de temperatura na gama dos 2°C, as emissões actuais são superiores ao aconselhável.

A necessidade da adopção imediata de medidas de adaptação é a conclusão óbvia da análise destes dados, acompanhada de medidas de mitigação das emissões de GEE de forma a minimizar o problema. No entanto, embora muitos dos impactos iniciais das alterações climáticas possam ser tratados eficazmente através da adaptação, as opções para esta ser bem sucedida diminuem e aumentam os custos associados com o acentuar da mudança climática.

Existem diversos tipos de medidas de adaptação, quer de âmbito meramente tecnológico (e.g. medidas defensivas da subida do nível médio do mar e de monitorização dos parâmetros de risco), comportamentais (e.g. mudanças dos hábitos alimentares), de gestão (e.g. das práticas agrícolas e florestais) e políticas (e.g. regulamentos de ordenamento do território). A forma mais eficaz de implementar medidas de adaptação é



Fonte: IPCC, 2007c

Figura 2.6 Exemplos ilustrativos dos impactos globais projectados das alterações climáticas associados a diferentes aumentos da temperatura superficial média no século XXI. Medidas de adaptação a alterações climáticas não estão contempladas nestas estimativas. Os níveis de confiança de todas as afinações são elevados.

Tabela 2.2 Características de algumas trajectórias de emissões globais para atingir a estabilização da concentração de CO₂ e GEE

Varição de temperatura	[CO ₂] estabilizada	[CO ₂] eq ^a estabilizada	Pico emissões CO ₂	Varição das emissões CO ₂
relativamente à ép. pré-industrial	2005 = 379 ppm	2005 = 375 ppm		relativamente a 2000
°C	ppm	ppm	ano	%
2,0 – 2,4	350 – 400	445 – 490	2000 – 2015	-85 a -50
2,4 – 2,8	400 – 440	490 – 535	2000 – 2020	-60 a -30
2,8 – 3,2	440 – 485	535 – 590	2010 – 2030	-30 a +5
3,2 – 4,0	485 – 570	590 – 710	2020 – 2060	+10 a +60
4,0 – 4,9	570 – 660	710 – 855	2050 – 2080	+25 a +85
4,9 – 6,1	660 – 790	855 – 1130	2060 – 2090	+90 a +140

^a considerando o efeito conjunto dos GEE e dos aerossóis

Fonte: Richardson *et al.*, 2009

integrá-las nas políticas nacionais, e até supra-nacionais, já em vigor, de forma a diminuir a concorrência de recursos com outra tipologia de medidas necessárias. É necessário ter em consideração que não é possível fazer uma estimativa correcta dos custos das medidas de adaptação, quer devido à incerteza das previsões, quer porque existem variações geográficas significativas, ao nível dos impactos e da capacidade de responder às mudanças, a nível financeiro, político e social.

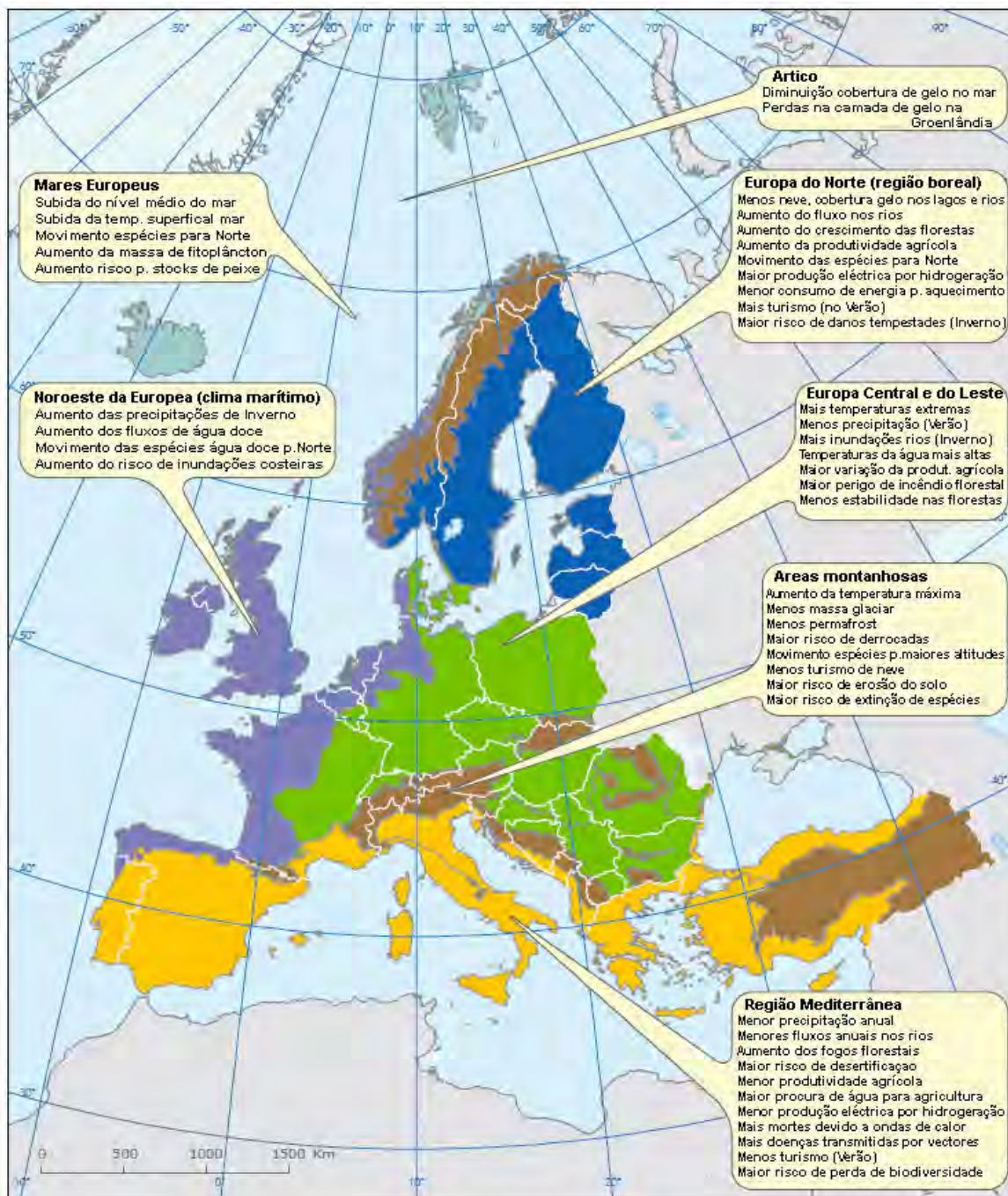
2.1.3 Previsões para a Europa

O conjunto de indícios identificados na Europa é igualmente preocupante. É de salientar que o aumento de temperatura verificado, desde os tempos pré-industriais (entre 1,0 e 1,2 °C) é superior ao acréscimo médio do planeta (0,7°C), e que o aumento de temperatura estimado para o final do século neste continente (embora com maior gama de variabilidade) é também superior ao previsto para o planeta: 1,0 a 5,5 °C para a Europa e 1,8 a 4,0°C para o Mundo no seu conjunto (EEA/JRC/WHO, 2008).

Acredita-se que a diferenciação geográfica dos impactos das alterações climáticas na Europa levará a um acentuar das disparidades regionais. Na figura 2.7 é possível identificar os efeitos mais significativos, presentes e previstos, na Europa, para as diferentes regiões em que o continente se divide, relativamente a esta temática.

Os mais significativos impactos previstos para a Europa são (IPCC, 2007c, EEA/JRC/WHO, 2008):

- Aumento do risco de inundações nas zonas ribeirinhas, maior frequência das inundações costeiras e dos fenómenos de erosão costeira.
- Subida do nível médio do mar: estima-se que o nível médio do mar seja maior na Europa do que na globalidade do planeta (até 0,59 m em 2100).
- Aumento do risco de perda da biodiversidade, devido à dificuldade tanto à adaptação às novas condições climáticas, como de migração.
- A variação da distribuição das espécies animais e vegetais é já uma realidade, para maiores altitudes e latitudes. As projecções indicam que até ao final do século, as espécies vegetais se terão deslocado várias centenas de quilómetros para norte. Prevê-se que as florestas do Sul da Europa tenham diminuído de área, enquanto as do Norte tenham sofrido o processo inverso. Nos ecossistemas montanhosos, 60% das espécies deverão estar em perigo de extinção.
- Aumento das diferenças regionais no que diz respeito à precipitação. Esta é uma tendência que já se verifica (aumentos entre 10 a 40% na Europa de Norte, e diminuição até 20% na Europa do Sul), e que se irá agravar, conjuntamente com o aumento da ocorrência de episódios de chuva intensa e de seca.
- Prevê-se que os impactos na saúde humana advenham principalmente da existência de ondas de calor (provavelmente, tornar-se-ão mais comuns) e da propagação dos vectores de disseminação de doenças.



Fonte:EEA/JRC/WHO, 2008 (adaptação)

Figura 2.7 Principais impactos e efeitos (efectivos e projectados) nas regiões biogeográficas da Europa

- Na Europa do Sul, os principais problemas estarão relacionados com aumento da temperatura e do stress hídrico, o que terá também reflexos na saúde humana e na produtividade agrícola.

A postura internacional da Europa, de compromisso para com uma solução global deste problema, é justificada com o receio da concretização das projecções do IPCC e da certeza de que, neste caso, prevenir será muito mais fácil do que remediar. A capacidade institucional desenvolvida tornou possível a liderança do debate nesta área.

Internamente, será necessário tomar medidas, desde já, para minimizar os problemas detectados. Foi lançado o Livro Verde para a “Adaptação às Alterações Climáticas: em direcção a um Enquadramento Europeu para a Acção” (COM(2009) 147 final, 2009). A implementação das medidas indicadas pressupõe a elaboração e execução de planos nacionais de adaptação, orientados para as fragilidades e potencialidades das diferentes realidades. Um dos princípios incorporados nesse documento orientador é a integração da estratégia de adaptação nas diversas políticas sectoriais, com especial enfoque nos sectores da energia, saúde, água, agricultura, turismo e transporte, com o objectivo último de reduzir a vulnerabilidade dos sistemas económicos e naturais às alterações que se prevêem.

E como a base de qualquer estratégia de adaptação é a informação sobre os potenciais impactos e sobre as actuais vulnerabilidades dos sistemas, é essencial melhorar a monitorização dos sistemas naturais e económicos, de forma a permitir a detecção dos impactos das alterações climáticas e a criação de mecanismos de partilha da informação produzida. Igualmente importante é o aprofundamento dos sistemas de elaboração de previsões, no sentido de produzir informação específica para as diferentes regiões (EEA/JRC/WHO, 2008).

Os dados científicos disponíveis ao nível das causas, efeitos e potenciais impactos das alterações climáticas são suficientemente claros para que não seja possível duvidar da existência do fenómeno, da responsabilidade humana na origem do mesmo, bem como da premência na implementação de medidas de mitigação e adaptação.

2.2 Alterações climáticas – enquadramento político

O fenómeno das alterações climáticas é encarado como um problema ambiental global; quer ao nível da sua origem, mas principalmente no que concerne às suas consequências, mesmo que diferenciadas nos vários pontos do mundo.

A atenção dedicada a este problema e a urgência na adopção de medidas levaram a que, pela primeira vez a nível internacional, se tivesse verificado uma resposta organizada e conjunta, não apenas ao nível dos acordos de boas intenções, mas também através da atribuição de responsabilidades e da implementação de mecanismos de cariz económico para fazer face a este problema.

Esta atitude foi inovadora, e abriu espaço para que outras importantes temáticas ambientais pudessem ser alvo de intervenções similares, apesar de ser reconhecido que a dinâmica gerada em torno do problema das alterações climáticas vai muito para além da sua dimensão ambiental.

Ir-se-á fazer um breve enquadramento das medidas adoptadas nesta temática, tanto ao nível mundial, como europeu e nacional, apresentando igualmente as principais iniciativas de carácter nacional no campo da energia.

2.2.1 Nível internacional

Nesta temática, o caminho percorrido pela comunidade internacional, desde 1979, data dos primeiros sinais de alarme relativamente à interferência humana no sistema climático, até 2000, ano em que o Protocolo de Quioto entrou em vigor, foi longo e complexo.

Ao longo deste período, foi possível aumentar a sensibilidade da opinião pública para a urgência deste problema e, presentemente, este é um dos assuntos mais importantes da agenda internacional. Na tabela 2.3 encontram-se os principais momentos deste percurso.

Tabela 2.3 Principais momentos na história mundial na temática das Alterações Climáticas

Data	Evento	Descrição
1979	1ª Conferência internacional do Clima	criação do Programa Mundial para o Clima da Organização Meteorológica Mundial
1988	Criação do Painel Internacional para as Alterações Climáticas (IPCC)	pela organização Meteorológica Mundial e o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
1990	2ª Conferência internacional do Clima	no mesmo ano, foi publicado o 1º relatório do IPCC, onde foi fundamentada cientificamente a existência de um fenómeno de AC, de origem antropogénica
1992	1ª Cimeira das Nações Unidas Sobre o Ambiente e Desenvolvimento (Rio de Janeiro)	estabelecimento da Convenção-Quadro das Nações Unidas para as Alterações Climáticas (UNFCCC) para assinaturas; a UNFCCC tem por objectivo a estabilização da concentração de GEE na atmosfera em níveis tais que evitem a interferência perigosa no sistema climático
1994	Convenção-Quadro das Nações Unidas para as Alterações Climáticas (UNFCCC)	entrada em vigor
1995	1ª Conferência das partes (CoP) da UNFCCC - Berlim, Alemanha	os países industrializados assumiram maior responsabilidade na estabilização da concentração de GEE
1996	2ª Conferência das partes da UNFCCC	reconhecimento da influência humana nas AC
1997	3ª Conferência das partes da UNFCCC	adopção do Protocolo de Quioto
2002	2ª Cimeira das Nações Unidas Sobre o Ambiente e Desenvolvimento (Joanesburgo)	ratificação do Protocolo de Quioto pela UE
2005	Protocolo de Quioto	entrada em vigor, após a ratificação da Rússia
2009	15ª Conferência das partes da UNFCCC em Copenhaga	Tem por objectivo definir o acordo que virá substituir o Protocolo de Quioto, mas ainda não se sabe se tal será possível

Fonte: URLS 04 e 06, Lopes, 2004

Uma das questões mais importantes nesta temática é a enorme disparidade entre os países desenvolvidos e em vias de desenvolvimento, que se fazem sentir a diversos níveis, nomeadamente:

- 1) da responsabilidade sobre as emissões passadas e presentes, isto é, sobre a criação do problema;
- 2) dos impactos presentes e previstos do fenómeno de alterações climáticas;
- 3) da facilidade relativa de adopção de medidas eficientes de mitigação.

1) Responsabilidade na origem do problema

É sabido que o crescimento da concentração dos GEE se começou a verificar na Revolução Industrial, quando se deu início à combustão dos combustíveis fósseis. A intensificação desta queima foi resultado da expansão do uso desta tecnologia e do aumento demográfico. O outro factor que está na origem do problema é a mudança de utilização do solo, que leva à desflorestação e à urbanização do território, o que diminui a quantidade de carbono retida na biomassa.

Naturalmente, estes fenómenos verificaram-se mais significativamente nos países desenvolvidos, e em períodos de tempo mais prolongados. Apesar de, presentemente, essa já não ser a realidade - o maior emissor de GEE a nível mundial é a China, é inquestionável que os países desenvolvidos são os principais responsáveis pelas variação de GEE na atmosfera, facto que sobressai da análise das emissões *per capita* (vide tabela 2.4).

2) Consequências das alterações climáticas

Tal como já foi descrito nos capítulos 2.1.1 e 2.1.2, prevê-se que os países em desenvolvimento venham a sofrer mais impactos ao nível das variações do sistema climático, não só devido às potenciais consequências, mas também porque possuem menor capacidade (económica e tecnológica) para efectuarem uma adaptação atempada.

Tabela 2.4 Emissões dos principais países industrializados, do total dos países desenvolvidos e em desenvolvimento em 2000 e cumulativas desde 1850 e 2002

País	Emissões GEE 2000		Emissões GEE 1850-2002	Posição relativamente aos maiores emissores 2002
	Mt CO _{2,eq}	% mundial	% mundial	
EUA	6 928	20,6	29,3	1
China	4 938	14,7	7,6	4
EU-25	4 725	14,0	26,5	2
Rússia	1 915	5,7	8,1	3
Índia	1 884	5,6	2,2	9
Japão	1 317	3,9	4,1	7
Brasil	851	2,5	0,8	22

País	Emissões GEE 2000		Emissões GEE 1850-2002	Posição relativamente aos maiores emissores 2002
	Mt CO _{2,eq}	% mundial	% mundial	
Países desenvolvidos	17 355	52	76	
Países em desenvolvimento	16 310	48	24	

Fonte: Baumert *et al.*, 2005

3) Eficácia das medidas de mitigação

Apesar de ser comumente aceite que deverão ser os países desenvolvidos a implementar medidas de forma a minimizar as alterações climáticas, é possível verificar que, para estes, é mais difícil fazê-lo, pois é necessário um maior investimento por unidade de GEE não emitida.

Com efeito, a implementação de medidas em ordem a reduzir uma mesma quantidade de GEE, numa economia num estágio de eficiência mais avançado é muito mais dispendiosa do que em países com menores graus de eficiência.

Protocolo de Quioto

O debate destes e doutros problemas, no âmbito da UNFCCC, levou à elaboração do Protocolo de Quioto. Este tentou dar resposta às reivindicações dos países em desenvolvimento sendo, ao contrário da Convenção, um acordo pragmático, na medida em que cria metas concretas. O protocolo foi elaborado em 1997, mas apenas em 2005 entrou em vigor, quando se alcançou a representatividade de mais de 55% das emissões mundiais de GEE.

O objectivo do Protocolo de Quioto é o mesmo da UNFCCC: “alcançar a estabilização da concentração dos GEE na atmosfera a um nível que previna uma influência humana perigosa para o sistema climático. Esse nível deverá ser alcançado num período de tempo que possibilite a adaptação dos ecossistemas às alterações climáticas, que assegure que a produção alimentar não é ameaçada e que permita que o desenvolvimento económico decorra de uma forma sustentável”. (Nações Unidas, 1992, Nações Unidas, 1997)

O princípio das responsabilidades comuns mas diferenciadas fez com que os países signatários da UNFCCC fossem divididos em dois grupos, com responsabilidades diferenciadas: os do Anexo I da Convenção, 38 países industrializados, e os restantes países signatários, que correspondem aos países em vias de desenvolvimento.

Os países do Anexo I assumiram o compromisso de reduzir em 5% as respectivas emissões, relativamente aos valores de 1990, para o período entre 2008-2012, tendo sido estipulados objectivos diferenciados para cada país ou conjunto de países. Para tal é esperado que implementem um conjunto de políticas nacionais que promovam a

mudança da sua economia em direcção à descarbonização, aumentando a sua eficiência e sustentabilidade. (Nações Unidas, 1997) A União Europeia (UE) comprometeu-se com uma redução de 8%.

Os restantes países signatários assumiram o compromisso de desenvolver os esforços possíveis no sentido de implementar um sistema de monitorização das emissões de GEE, assim como planos de acção para as mitigar. (Nações Unidas, 1997)

No âmbito do protocolo, institui-se o princípio de colaboração entre os diversos países, nomeadamente no que concerne: à partilha de informação e experiências; ao apoio na criação de mecanismos de transferência de tecnologia, financeiro e outro; à cooperação ao nível de investigação e desenvolvimento, de forma a permitir uma melhor monitorização; e ao incentivo ao amadurecimento da capacidade de participação nos fóruns de debate internacionais, através da criação de bases científicas e técnicas.

Foram criados três mecanismos de flexibilização do Protocolo – baseados nas regras de mercado – com o objectivo de facilitar o cumprimento dos seus objectivos, diminuindo o investimento necessário e, simultaneamente, promovendo as tecnologias verdes:

1) Sistema de comércio de emissões de dióxido de carbono - mercado de carbono

Os países do anexo I assumiram o compromisso de emitirem uma determinada quantidade máxima de CO₂, entre 2008-2012, que se traduz por 'unidades de quantidade atribuída' (AAU, do inglês *assigned amount units*). O comércio de emissões permite a troca entre países de AAUs, isto é, países que diminuem as suas emissões para além do que era o seu objectivo, podem vender as AAUs a outros países que estejam a emitir para além do estipulado. O carbono transformou-se num bem de mercado - transaccionável.

2) Mecanismo de desenvolvimento limpo (MDL)

O MDL permite a um país do Anexo I investir num projecto de redução de emissões num país em desenvolvimento, conseguindo desta forma um efeito similar ao obtido por uma redução no seu próprio território. Este mecanismo só pode ser aplicado como complemento de medidas internas de diminuição da emissão de GEE.

O MDL permite contribuir para o desenvolvimento sustentável, promovendo a transferência de tecnologias limpas, dos países do Anexo I para os países em desenvolvimento, ou então criando programas de reflorestação, permitindo aos primeiros compensar as suas emissões em excesso de forma eficiente (menor investimento por ton CO₂ eq. reduzida).

3) Mecanismo de implementação conjunta

Este mecanismo tem um funcionamento similar ao MDL, mas aplica-se entre países do Anexo I.

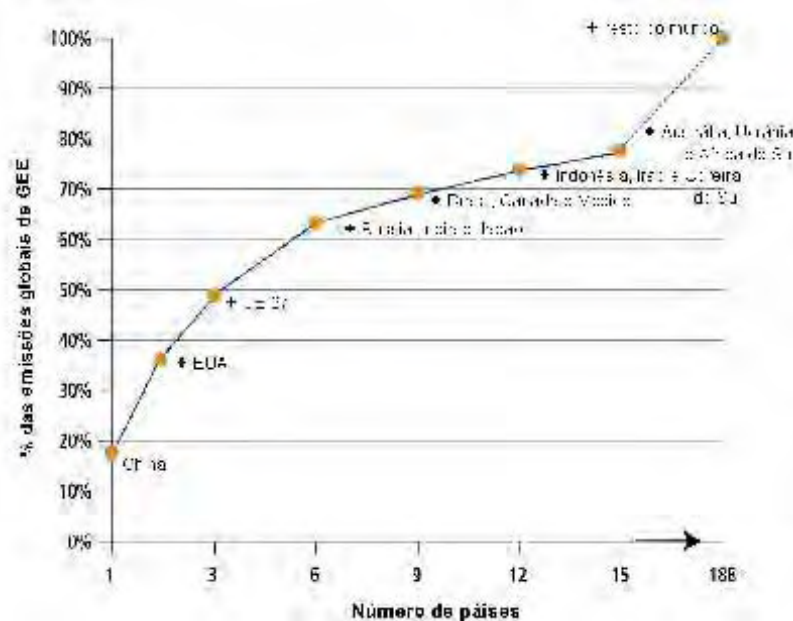
A implementação deste protocolo teve também como vantagem a monitorização continua das emissões de todos os países do Anexo I, que estão obrigados a entregar relatórios anuais.

No entanto, os resultados do Protocolo de Quioto não são de fácil leitura (vide Anexo I), pela complexidade de factores em jogo e diferentes realidades territoriais abrangidas. Apesar da importância reconhecida na redução das emissões de GEE, em 2007 a maioria dos países envolvidos estava longe dos seus objectivos, e com algumas excepções como a Suécia e o Reino Unido, as reduções significativas verificadas deveram-se a quebras na estrutura produtiva (Europa de Leste). É de ressaltar que os números apresentados não contabilizam a utilização dos mecanismos de flexibilização, que terão um impacto significativo, especialmente o MDL.

O protocolo de Quioto ainda está em vigor, e apenas em 2012 é que deverá ser feita uma avaliação quanto ao cumprimento dos objectivos estabelecidos. As grandes questões que têm vindo a ocupar a agenda internacional são o formato que deverá assumir o seu sucedâneo, assim como o nível global de reduções a ser definido com objectivo.

Como é possível ver na figura 2.9, presentemente os países em desenvolvimento assumiram a liderança no que diz respeito a emissões de GEE. Mais preocupantes ainda são as elevadas taxas de crescimento verificadas. Caso o novo protocolo não contemple limitações para estes países, as potenciais reduções dos países do anexo I não são suficientes para diminuir a quantidade de GEE na atmosfera.

O IPCC tem vindo a argumentar que serão necessárias mudanças drásticas para que seja possível manter um nível de interferência baixo no sistema climático, prevenindo impactos mais danosos. O nível de redução recomendado pelo IPCC, para 2020, relativamente às emissões de 1990, é de 25 a 40 % para os países desenvolvidos, e de 15 a 30% para os países em desenvolvimento (Den Elzen e Höhne, 2008). Porém, as negociações do acordo que irá substituir o Protocolo de Quioto não têm sido pacíficas, e



Fonte: Baumert *et al.*, 2005 (adaptação)

Figura 2.8 Contribuições agregadas dos países com maiores emissões de GEE, 2005

Da esquerda para a direita, países são adicionados de acordo com as suas emissões GEE absolutas, com o maior emissor aparecendo em primeiro. Estes dados não têm em consideração as alterações do uso do solo, nem variações ao nível das florestas ou emissões de navios e aviação.

afigura-se bastante complicado assegurar um nível de reduções correspondente ao proposto pelo IPCC. A grande mudança esperada é um maior envolvimento dos países em desenvolvimento, acompanhado pelo fortalecimento dos mecanismos de apoio financeiro. É expectável que pelo menos os grandes emissores, tais como a China e a Índia, venham a assumir um determinado nível de redução, para que seja possível atingir um consenso, na CoP de Copenhaga ou, mais provavelmente, em reuniões posteriores.

2.2.2 Nível europeu

A União Europeia (UE), desde o início do debate sobre esta temática, assumiu uma postura de liderança, reconhecendo a importância do tema e promovendo a implementação de estratégias de mitigação das emissões de GEE.

Foram inúmeras as iniciativas levadas a cabo pela UE, quer no sentido de aumentar a eficiência na utilização de energia e, desse modo, diminuir as emissões de GEE, aumentando a competitividade do espaço europeu, quer focadas apenas na diminuição das emissões e na sensibilização da comunidade interna e internacional para a urgência da adopção de medidas de mitigação. A criação de um mercado europeu de licenças de emissão foi o instrumento que mereceu maior destaque pelo seu carácter inovador, mas é justo afirmar que a postura da UE foi em si própria inovadora e instigadora do debate em torno das alterações climáticas.

Na tabela 2.5 encontram-se resumidos os pontos mais importantes do caminho traçado pela UE nesta área.

Tabela 2.5 Principais momentos na história europeia na temática das Alterações Climáticas

Data	Evento	Descrição
1991	1ª Estratégia comunitária para limitar as emissões de CO ₂ e melhorar a eficiência energética	
1994	Ratificação da UNFCCC	Decisão 94/69/CE, de 15 de Dezembro
1998	Assinatura do Protocolo de Quioto	
2000	Plano Europeu para as Alterações Climáticas (ECCP)	O objectivo deste plano era fortalecer a actuação da UE, através da acção concertada dos seus membros. Pretendeu identificar e desenvolver todos os passos necessários para que a UE pudesse cumprir os objectivos de Quioto.
2001	Directiva de promoção da produção de electricidade a partir de fontes renováveis	Directiva 2001/77/CE, 27 de Setembro de 2001 (revogada pela Directiva 2009/28/CE) Teve como objectivo promover o aumento da contribuição das fontes de energia renováveis para a produção de electricidade no mercado interno da electricidade e criar bases para um futuro quadro comunitário
2002	Aprovação do Protocolo de Quioto	Decisão 2002/358/CE do Conselho, de 25 de Abril

Data	Evento	Descrição
2002	Directiva de desempenho energético dos edifícios	Directiva 2002/91/CE, de 16 de Dezembro de 2002 Estabelecimento e actualização periódica de regulamentos para melhorar o comportamento térmico dos edifícios novos e reabilitados, obrigando-os a exigir a implementação de todas as medidas pertinentes com viabilidade técnica e económica. A Directiva adopta também a obrigatoriedade da contabilização das necessidades de energia para preparação das águas quentes sanitárias, com um objectivo específico de favorecimento da penetração dos sistemas de colectores solares ou outras alternativas renováveis.
2003	Directiva de Biocombustíveis	Directiva 2003/30/CE, de 03 de Maio de 2003, revogada pela Directiva 2009/28/CE Tem como objectivo a promoção da utilização dos biocombustíveis nos meios de transporte, estabelecendo como objectivo global a incorporação de biocombustíveis na gasolina e gasóleo em percentagens não inferiores a 2%, até final de 2005, e de 5,75% até ao final de 2010. Pressupõe ainda a definição de metas nacionais específicas.
2003	Directiva de Comércio de Emissões	Directiva 2003/87/CE, de 13 de Outubro, alterada pelas Directivas 2004/101/CE, 2008/101/CE e 2009/29/CE Cria um regime de comércio de licenças de emissão de GEE na Comunidade Europeia, a fim de promover a redução das emissões de GEE em condições que ofereçam uma boa relação custo-eficácia e sejam economicamente eficientes. Numa primeira fase, este regime foca-se apenas nas actividades emissoras de CO ₂ , mas na última revisão já engloba outros gases.
2003	Directiva de taxação de produtos energéticos e electricidade	Directiva 2003/96/CE, de 27 de Outubro Prevê tratamento fiscal diferenciado para electricidade e outras formas de energia, renováveis ou mais amigas do ambiente.
2003	Programa Auto-Oil	Acordos voluntários com a indústria automóvel (Europeia, Japonesa e Coreana) para redução das emissões por km dos novos automóveis para 140g.km ⁻¹ até 2008/09 e para 120g.km ⁻¹ até 2012 (COM(2007) 19, 2007)
2004	Directiva <i>Linking</i>	Directiva 101/2004/CE, de 27 de Outubro Prevê a inclusão do CELE de instrumentos similares aos mecanismos de flexibilização do Protocolo de Quioto, para os agentes privados.
2004	Directiva de Cogeração	Directiva de 2004/8/CE, 11 de Fevereiro (revoga Directiva 92/42/CE) Tem como objectivo a promoção e o desenvolvimento da cogeração de elevada eficiência de calor e de electricidade, com base na procura de calor útil e na poupança de energia primária no mercado interno da energia.
2005	II Plano Europeu para as Alterações Climáticas	Este plano, para além de actualizar as orientações definidas no I ECCP, deu uma maior atenção à aviação, ao transporte rodoviário, à captura e armazenamento do CO ₂ , à adaptação às alterações climáticas e também à revisão do CELE.

Data	Evento	Descrição
2006	Directiva relativa à eficiência na utilização final de energia e aos serviços energéticos	Directiva 2006/32/CE, de 5 de Abril Tem por objectivo incrementar a eficiência na utilização final de energia, através do estabelecimento de objectivos nacionais, obrigatoriedade de elaboração e implementação do Plano de Acção de Eficiência Energética e da de apresentação de relatórios de monitorização. Foca também as questões relativas à cogeração.
2008	Pacote clima-energia da UE	Durante 2008, ocorreu a apresentação, debate e posterior aprovação do pacote clima-energia da UE. Define como principais objectivos: i) a redução das emissões de GEE em 20%, em 2020, ou em 30%, caso os restantes países desenvolvidos assumam compromissos similares (comparativamente com as emissões de 1990); ii) o aumento da componente renovável para 20% da energia consumida, em 2020; iii) aumento em 20% da eficiência no consumo de energia.
2009	Livro Branco “Adaptação às alterações climáticas: um quadro de acção europeu”	Documento de orientação para a Europa melhorar a sua capacidade de resistência às alterações climáticas. Tem como objectivos: • desenvolvimento dos conhecimentos sobre os riscos e o impacto das alterações climáticas; • integração do impacto das alterações climáticas nas políticas fundamentais da UE; • combinação de instrumentos políticos para otimizar a eficácia: deverão ser necessárias medidas de financiamento inovadoras para facilitar a adaptação; • apoio a medidas de adaptação a nível internacional; • cooperação em parceria com as autoridades nacionais, regionais e locais
2009	Directiva de promoção da utilização de energia proveniente de fontes renováveis	Directiva 2009/28/CE, de 23 de Abril de 2009 (revoga as Directivas 2001/77/CE e 2003/30/CE) Tendo como objectivo a promoção de produção de energia a partir de fontes renováveis, fixa objectivos nacionais para a quota global de energia proveniente de fontes renováveis no consumo final bruto de energia e para a quota de energia proveniente de fontes renováveis consumida pelos transportes.
2009	Directiva de alteração do regime do CELE	Directiva 2009/29/CE, de 23 de Abril de 2009 (altera a Directiva 2003/87/CE) Estipula diversas alterações ao regime, e.g.: • a redução linear das licenças nacionais e das atribuídas a cada operador, a uma taxa não menor a 1,74%, a partir de 2013 deve diminuir de forma linear a partir do ponto médio do período de 2008 a 2012. • atribuição inicial das licenças de emissão por leilão, parcialmente, desde 20%, em 2013, a 80% em 2020, e a 0% em 2027. • os casos de excepção deverão englobar os sectores nos quais existe perigo de deslocalização. • pelo menos 50% das receitas do leilão deverá ser utilizado em projectos de redução de GEE (directa ou indirectamente), de adaptação às AC ou de I&D.

Fontes: URL02 e URL08

Plano Europeu para as Alterações Climáticas (ECCP)

O objecto do ECCP, I e II, é identificar as políticas e medidas ambientalmente mais benéficas e mais eficientes para que seja possível a UE atingir os objectivos de Quioto e preparar-se para reduções mais significativas no futuro. Tal foi feito, procurando fomentar sinergias com as políticas sectoriais da UE (com especial ênfase na área energética) e influenciando o quadro legislativo nacional dos Estados Membros.

Uma das medidas chave previstas é o CELE, mas a aplicação dos mecanismos de flexibilização de Quioto (MDL e de implementação conjunta) têm um papel essencial para o cumprimento dos objectivos europeus.

A energia é a área a onde a maioria das medidas incide, tendo-se verificado bons resultados no que concerne a mudança das fontes energéticas, aumentando-se a importância das fontes renováveis, a prática de cogeração e também a utilização de biocombustíveis.

No I ECCP, o enfoque foi dado medidas que promovessem as energias renováveis, a diminuição do consumo de energia e o aumento da eficiência energética. O sector dos transportes mereceu uma atenção especial, pois continua a apresentar emissões de GEE crescentes. A única medida no que respeito aos transportes com resultados claramente positivos foi o acordo estabelecido com produtores de automóveis, através do qual se conseguiu reduzir as emissões de CO₂ por quilómetro percorrido. As restantes iniciativas implementadas (ao nível de infra-estrutura, equipamento, taxas, promoção de intermodalidade, etc.), apesar de terem resultados positivos, não foram suficientes para inverter a tendência de aumento. (Comissão Europeia, 2003)

O II ECCP incidiu mais nas origens da energia, apesar de não ter deixado de reconhecer os enormes ganhos de eficiência que estão por alcançar. A conversão da sociedade aos benefícios das energias renováveis é já uma realidade em muitos países, e mesmo no que respeita à implementação de uma rede de microgeração. (Comissão Europeia, 2006)

As medidas específicas orientadas para outros GEE, que não o dióxido de carbono, também mereceram especial atenção, nomeadamente o metano. A redução das emissões de CH₄ pelos aterros foi conseguida através de medidas nacionais, tendo sido um sucesso significativo. Mas foi também identificado um potencial significativo de redução (compensação) de emissões de GEE através do sequestro de CO₂, recorrendo a práticas sustentáveis da agricultura e silvicultura.

Um grande desafio na UE é o cumprimento de todas as iniciativas legislativas. Segundo o relatório de progresso do ECCP, de 2003, as Directivas associadas a esta temática tinham só por si um potencial de reduções na gama de 276 a 316 Mt CO_{2,eq}. (Comissão Europeia, 2003)

Na tabela 2.6 é possível encontrar a listagem das principais medidas integradas no ECCP II, assim como os respectivos potenciais de redução. As medidas relacionadas com

programas de Investigação e Desenvolvimento não foram incluídas, dado o seu impacto apenas se ir fazer sentir a longo prazo.

Tabela 2.6 Principais componentes do EPCC II, respectivos potenciais de redução, e algumas medidas exemplificativas

Área / Medida	Data de entrada em vigor	Potencial de redução UE-15 2010 Mt CO ₂ eq.
Medidas transversais		
Mercado Europeu de Licenças de Emissão	Janeiro 2005	
Aplicação dos mecanismos de flexibilização de Quioto (no âmbito do CELE)	Novembro 2005	
Oferta de energia		193-255
Promoção de produção de energia a partir de fontes renováveis	Novembro 2003	100-125
Promoção dos biocombustíveis no transporte	Janeiro 2005	35-40
Promoção da cogeração de calor e electricidade	Fevereiro 2006	22-42
Plano de acção da biomassa		36-48
Procura de energia		114-129
Desempenho energético dos edifícios	Janeiro 2006	20
Código de etiquetagem para electrodomésticos	Janeiro 1996	54
Plano de acção em Eficiência Energética	Março 2006	
Transporte		107-115
Mudança modal do automóvel para comboio e transportes náuticos	2003-2006	
Sistema de taxas nos produtos energéticos	Janeiro 2004	
Estratégia temática para o ambiente urbano		
Indústria (incluindo gestão de resíduos)		64
Proposta para regular emissões de fluoretos		23
Redução das emissões de CH ₄ dos aterros	Julho 2001	41
Estratégia temática na prevenção de resíduos e reciclagem	Dezembro 2005	
Agricultura e Floresta		43 – 51
Integração das AC na Política Europeia para o Desenvolvimento Rural	2000-2006 2007-2012	33 - 41
Redução do N ₂ O nos solos	1993 / 2006	10

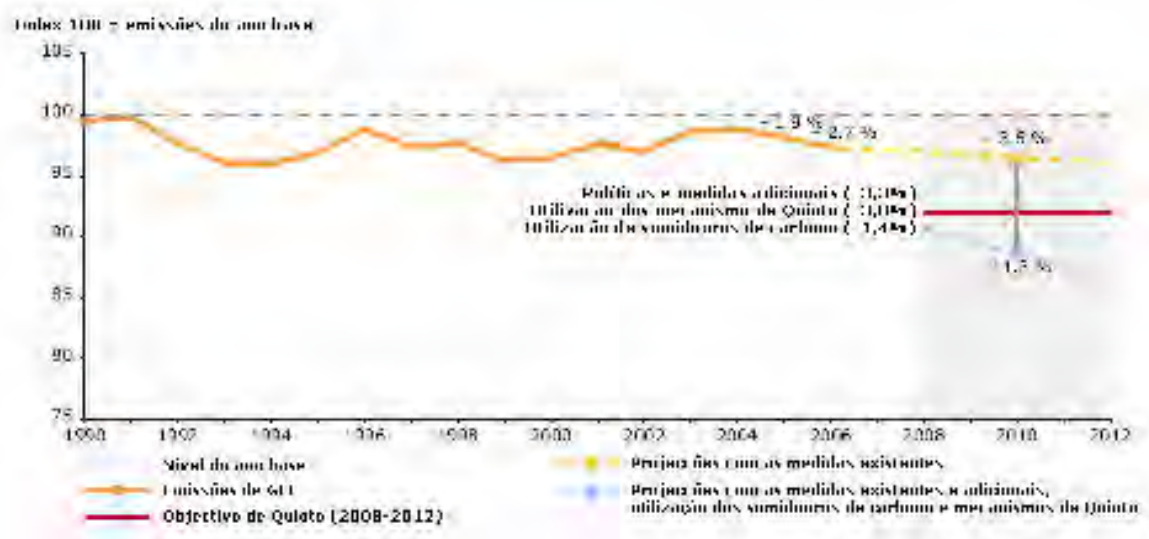
Fonte: Comissão Europeia, 2006

Na tabela 2.6 apenas são visíveis algumas das iniciativas implementadas e previstas no âmbito da União Europeia, sendo ainda assim possível verificar que existe um grande cuidado na elaboração de um enquadramento legal propiciador uma mudança de atitude por parte dos governos nacionais, dos agentes económicos e também da sociedade civil. Estas medidas têm um abrangência quer global, quer virada para as componentes da energia (produção, consumos industriais e domésticos), dos transportes e da agricultura, reconhecendo nestas áreas um maior potencial para a redução de emissões de GEE.

A escolha de sectores prioritários é fundamentada na distribuição actual das emissões: 80% das emissões de GEE na UE advêm do consumo de combustíveis fósseis, com destaque para os sectores de produção de electricidade (27,1%) e dos transportes rodoviários (18,0%). (EEA, 2009a)

Do conjunto de medidas apresentadas, existem iniciativas apenas vocacionadas para as alterações climáticas, mas também de outras áreas temáticas, onde as preocupações com as emissões de GEE foram incorporadas. Este é o caso dos Fundos Estruturais, cujas grandes prioridades passaram a englobar temáticas que em muito beneficiarão os esforços de redução de emissões de GEE. É também possível de verificar que as medidas implementadas procuram, não só reduzir as emissões, mas também promover o desenvolvimento económico e social, procurando a sustentabilidade.

Porém, o conjunto de estratégias e políticas implementadas até à data, apesar de terem aproximado a UE do seu objectivo, não conseguiram criar uma tendência de redução que conduzissem a UE um nível de reduções de 8% (vide figura 2.9), é apenas recorrendo à utilização dos mecanismos de Quioto é que será possível o cumprimento dos compromissos assumidos.



Fonte: EEA, 2008b (adaptação)

Figura 2.9 Variação das emissões de GEE na UE-15 e UE-27, desde 1990 a 2007, relativamente aos objectivos de Quioto

As projecções foram elaboradas sob o pressuposto de que as tendências de redução verificadas entre 2005-2010 se vão manter até 2012, a não ser relativamente à Dinamarca e Luxemburgo que apresentaram projecções.

Dados mais recentes dizem-nos que as tendências actuais são mais favoráveis, muito devido à crise económica, que fez com que as emissões reduzissem significativamente. Em 2007, as projecções para o período 2008-2012 (média) na UE-15 apresentavam uma redução de 6,9%, mas que se acredita ir baixar até 8,5% com a implementação de medidas adicionais. No entanto, é também sabido que alguns países irão recorrer aos mecanismos de Quito (entre eles, Portugal) o que deverá baixar o nível de emissões global em 2,2%, acrescidos de 1,4% com base dos fluxos de licenças do CELE. Resumindo, prevê-se que a UE apresenta no período entre 2008-2012 uma redução superior ao compromisso assumido no Protocolo de Quioto em 5,1 % (EEA, 2009a).

Interessa agora avaliar quanto à capacidade da UE de cumprir os objectivos definidos internamente para 2020, que correspondem a reduções das emissões de GEE de 20%, que podem vir a ser aumentados para 30%, no âmbito das negociações do protocolo pós-Quito. As actuais projecções indicam que a UE-27 apresentará 2020 reduções na ordem dos 14,3%, pelo que maiores esforços terão ainda que ser desenvolvidos. (EEA, 2009a)

É importante verificar que a intensidade carbónica (emissões GEE por PIB) da UE tem vindo a diminuir desde 1990 até 2007: 30% nos países da UE-15, e 37% na UE-27, o que traduz que a economia europeia tem dado passos no sentido da descarbonização: dissociação do crescimento económico das emissões de GEE. É digno de nota que Portugal é dos poucos países europeus que não acompanha esta tendência, tendo apresentado uma redução apenas 4% (EEA, 2009a). No entanto, Portugal ainda apresenta uma intensidade relativamente baixa, fundamentalmente devido ao nível de actividade económica, níveis de conforto médios dos habitantes e temperaturas amenas sentidas.

2.2.3 Em Portugal

A situação portuguesa quanto às alterações climáticas deverá ser analisada sempre dentro do contexto europeu, quer porque os objectivos assumidos foram-no nesse âmbito, mas fundamentalmente porque o enquadramento legislativo e as iniciativas implementadas são reflexo de directivas e orientações da UE.

A análise da tabela 2.7 permite concluir que, mesmo antes das preocupações com as emissões de GEE terem surgido, existia já um quadro legal focado na eficiência energética, que começou a ser estabelecido a partir de 1982. A questão que se coloca é quanto ao grau de implementação destes diplomas legais. Não existindo documentação disponível quanto aos resultados concretos deste enquadramento legal, e das suas actualizações, foi feito um estudo da bibliografia existente e especificamente da evolução dos indicadores associados. Com base nas conclusões retiradas e no *feedback* dos agentes económicos aquando da entrada em vigor dos novos documentos, emanados do direito europeu, concluiu-se que a sua implementação não terá tido os resultados pretendidos.

Em 2001, o Programa Nacional para as Alterações Climáticas (PNAC) marca o início da elaboração de um conjunto de diplomas legais e implementação de medidas com o objectivo de controlar o aumento das emissões nacionais de GEE, que têm um tecto de aumento de 27%, para o período 2008-2012. A actividade neste domínio torna-se mais intensa a partir de 2004.

Este Programa tem como objectivo a quantificação do “esforço de mitigação das emissões necessário para o cumprimento dos compromissos assumidos por Portugal, identificando as responsabilidades sectoriais - numa óptica de equidade intersectorial - e

Tabela 2.7 Principal legislação portuguesa relacionada com Mitigação de Emissões de GEE

Data	Evento	Descrição	Legislação europeia
1982	Regulamento da Gestão do Consumo de Energia	DL n.º 58/82, de 26 de Fevereiro	
1990	Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios	DL n.º 40/90, de 6 de Fevereiro	
1990	Regulamento da Gestão do Consumo de Energia para o Sector dos Transportes	Portaria n.º 228/90, de 27 de Março	
1992	Regulamento da Qualidade dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios	DL n.º 156/92, de 29 de Julho	
1993	Ratificação da Convenção Quadro das Nações Unidas para as Alterações Climáticas	Decreto n.º 20/93, série I-A de 21 de Junho de 1993	Decisão 94/69/CE, de 15 de Dezembro
1995	Regime da actividade de cogeração	DL n.º 186/95, de 27 de Julho	
1998	Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios	DL n.º 168/99, de 18 de Maio, revoga o DL n.º 156/92, Estabelece as regras para o dimensionamento e instalação dos sistemas energéticos de climatização em edifícios.	
1999	Regime da produção de energia eléctrica, baseada na utilização de recursos renováveis ou resíduos industriais, agrícolas ou urbanos	DL n.º 168/99, de 18 de Maio	
1999	Regime da actividade de cogeração	DL n.º 538/99, de 13 de Dezembro, revoga DL n.º 186/95	
2001	Estratégia Nacional para as AC (PNAC 2001)	RCM n.º 59/2001, de 30 de Maio 2001	
2001	Programa E4, Eficiência Energética e Energias Endógenas	RCM n.º 154/2001 de 19 de Outubro	
2002	Ratificação do Protocolo de Quioto	Decreto n.º 7/2002, 25 de Março 2002, Série I	Decisão 2002/358/CE, de 25 de Abril
2003	Novas orientações da política energética portuguesa	RCM n.º 63/2003, de 28 de Abril revoga a RCM n.º 154/2001	
2004	Programa Nacional para as Alterações Climáticas (PNAC)	RCM n.º 119/2004, de 31 de Julho	Decisão 2002/358/CE, de 25 de Abril
2004	CELE	DL n.º 233/2004, de 14 de Dezembro, alterado pelos DL n.º 243-A/2004, de 31 de Dezembro e DL n.º 230/2005, de 29 de Dezembro	Directiva 2003/87/CE, de 13 de Outubro
2003	Fontes de energia renovável – revisão dos factores para cálculo do valor da remuneração	DL n.º 33-A/2005, de 26 de Fevereiro	Directiva 2001/77/CE, de 27 de Setembro

Data	Evento	Descrição	Legislação europeia
2005	Plano Nacional de Atribuição de Licenças de Emissão (PNALE I) 2005-2007	RCM n.º 53/2005, de 3 de Março	Directiva 2003/87/CE, de 13 de Outubro
2005	Estratégia Nacional para a Energia	RCM n.º 169/2005, de 24 de Outubro revoga a RCM n.º 63/2003	
2006	Biocombustíveis	DL n.º 62/2006, de 21 de Março Promove a utilização de biocombustíveis ou de outros combustíveis renováveis nos transportes	Directiva 2003/30/CE, de 8 de Maio
2006	Fundo Português de Carbono	DL n.º 71/2006, de 24 de Março Tem como fim o financiamento de medidas que facilitem o cumprimento dos objectivos no âmbito do Protocolo de Quioto	
2006	Regime do CELE – alteração	DL n.º 72/2006, de 24 de Março	Directiva 2004/101/CE, de 27 de Outubro
2006	Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios	DL n.º 78/2006 de 4 de Abril	Directiva 2002/91/CE, de 16 de Dezembro
2006	Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios (RSECE)	DL n.º 79/2006, de 4 de Abril Visa melhorar a eficiência energética dos imóveis e reduzir o consumo de energia e as emissões de GEE	Directiva 2002/91/CE, de 16 de Dezembro
2006	Revisão do PNAC	RCM n.º 104/2006, de 23 de Agosto	
2007	Regime jurídico aplicável à produção de electricidade por micro-produção	DL n.º 363/2007, de 2 de Novembro	
2008	Plano Nacional de Atribuição de Licenças de Emissão 2008-2012 (PNALE II) Alteração do PNAC 2006	RCM n.º 1/2008, de 4 de Janeiro revoga a RCM n.º 53/2005 de 3 de Março, que aprovou o PNALE I Inclusão das novas metas 2007 no PNAC	Directiva 2003/87/CE, de 13 de Outubro
2008	Sistema de gestão do consumo de energia por empresas e instalações consumidoras intensivas	DL n.º 71/2008, de 15 de Abril revoga os DL n.º 58/82 e 428/83	
2008	Plano Nacional de Acção para a Eficiência Energética (2008-2015).	RCM n.º 80/2008, de 20 de Maio	Directiva 2006/32/CE, de 5 de Abril
2009	Mecanismos de promoção de biocombustíveis nos transportes rodoviários	DL n.º 49/2009, de 26 de Fevereiro Contempla ainda quotas mínimas de incorporação obrigatória de biocombustíveis em gasóleo	Directiva 2003/30/CE, de 8 de Maio
2009	Regime do CELE – alteração	DL n.º 154/2009, de 6 de Julho	Directiva 2004/101/CE, de 27 de Outubro
2009	Eficiência na utilização final de energia e aos serviços energéticos públicos	DL n.º 319/2009, de 3 de Novembro Visa incrementar a relação custo-eficácia na utilização final de energia	Directiva 2006/32/CE, de 5 de Abril

RCM – Resolução de Conselho de Ministros, DL – Decreto-Lei

Fontes: URLS 07, 08, 09, 10 e 11

apresentando um conjunto de políticas e medidas e respectivos instrumentos que permitam uma intervenção integrada com o objectivo de mitigação das emissões” (Resolução do Conselho de Ministros n.º 191/2004, 2004). Sofreu diversas actualizações: em 2004, 2006 e novamente em 2007 (com a oficialização das mesmas em Janeiro de 2008). Da tabela 2.8 constam as principais medidas

Tabela 2.8 Principais medidas do PNAC (2004, 2006 e 2007) e correspondentes potenciais de redução

Versão do PNAC	Área / Medida	Potencial de redução 2010 ^a	
		cenário baixo	cenário alto
		Tg CO _{2,eq.} (ano) ⁻¹	
2004	Oferta e procura de energia	4,1	4,3
2006		1,35	
2007		0,90	
2004	Programa E4, E-Fontes renováveis de energia	3,3	3,7
2007	Energias renováveis — alteração da meta de 39 % do consumo de electricidade a partir de fontes de energia renováveis (FER) para 45 %		
2004	Eficiência Energética nos Edifícios (P3E)	0,4	0,5
2004	Programa Água Quente Solar	0,1	0,1
2006	Melhoria da eficiência energética do sector electroprodutor		0,15
2006	Melhoria da eficiência energética nos sistemas de oferta de energia – cogeração		0,20
2006	Melhoria da eficiência energética (ao nível da procura)		0,80
2006	Promoção da electricidade produzida a partir de fontes renováveis de energia		0,37
2006	Aumento da carga fiscal sobre o gasóleo de aquecimento		0,07
2006	Aumento da carga fiscal sobre os combustíveis industriais		0,08
2006	Novo Regulamento da Gestão do Consumo de Energia		0,03
2004	Transportes	2,4	2,7
2006		0,61	
2007		0,66	
2004		2,4	2,7
2006		0,61	
2004	Programa Auto-Oil	0,7	0,8
2004	Expansão do Metropolitano de Lisboa	0,02	0,02
2004	Construção do Metro Sul do Tejo	0,02	0,02
2004	Construção do Metro do Porto	0,03	0,03
2004	Construção do Metro do Mondego	0,02	0,02
2004	Directiva dos Biocombustíveis	1,3	1,5
2007	Aumento da % incorporação de biocombustíveis		
2006	Aumento da eficiência energética do novo parque automóvel (revisão do imposto automóvel)		0,008
2006	Transferência modal (automóvel privado – metro), Grande Lisboa e Grande Porto		0,35
2006	Ligação ferroviária ao Porto de Aveiro		0,04
2006	Auto-estradas do Mar		0,15
2006	Reestruturação da oferta ferroviária		0,04

		Potencial de redução 2010 ^a
2004	Agricultura e Pecuária^a	-
2006		0,93
2006	Avaliação e promoção da retenção de carbono em Solo Agrícola	0, 50
2006	Tratamento e valorização energética de resíduos de suinicultura	0,43
2004	Floresta^a	-
2006		0,80
2006	Promoção da Capacidade de Sumidouro de Carbono da Floresta	0, 80
2004	Resíduos^a	
2004	Directiva Aterros	
2004	Directiva Embalagens	

^a No PNAC 2004 foram elaboradas projecções considerando uma maior ou menor crescimento económico, o que originou respectivamente o cenário alto e baixo.

^b As iniciativas passam pela incorporação das preocupações AC nas medidas sectoriais, com impactos de difícil quantificação

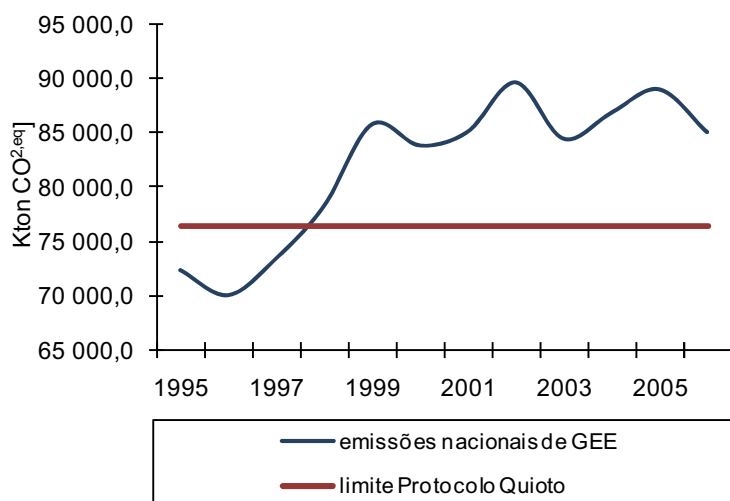
Fontes: Resolução do Conselho de Ministros n.º 1/2008, Resolução do Conselho de Ministros n.º 191/2004, Resolução do Conselho de Ministros n.º 104/2006

As medidas apresentadas seguem todas as orientações da UE, e muitas das mesmas consistem apenas transposições de directivas comunitárias. Não será feita uma análise detalhada das mesmas, nem dos seus resultados individuais. No entanto, é possível realçar que o campo no qual Portugal apresentou melhores resultados foi o da produção de electricidade a partir de fontes renováveis. Deve-se notar que no campo da eficiência energética, muitas das medidas ainda não tiveram efeitos práticos, tanto devido a serem recentes, como a terem menor receptividade por parte do respectivo público-alvo (e.g. renovação da frota automóvel).

Dado o crescimento das emissões em Portugal, em 2007, apresentava aumentos de 38 % relativamente aos níveis de emissão de GEE em 1990, equivalente a um acréscimo absoluto de emissões de 23 M T CO_{2,eq.} anuais. (EEA, 2009a)

A quantidade atribuída a Portugal é e 76,39 Tg CO_{2,eq.}.(ano)⁻¹. A implementação de todas as medidas propostas levaria a emissões na ordem dos 79,36 Tg CO_{2,eq.}.(ano)⁻¹. O esforço adicional de redução exigido às empresas que integram o PNALE será de 0,09 Tg CO_{2,eq.}, o que ainda assim faz com que haja um excesso de 2,88 Tg CO_{2,eq.}.(ano)⁻¹. (Resolução do Conselho de Ministros n.º 1/2008, 2008, Resolução do Conselho de Ministros n.º 1/2008) Na figura 2.9, é possível verificar que as emissões nacionais, até 2006, ainda não apresentavam uma tendência clara de diminuição.

Na série temporal apresentada ainda não era possível ver qual o efeito do CELE nas emissões nacionais, dado que este apenas entrou em vigor em 2005. No entanto, estima-se que em 2010 esta ferramenta tenha levado a reduções na ordem dos 3,3% (equivalentes a 1,2 Tg CO_{2,eq.}). (Resolução do Conselho de Ministros n.º 1/2008)



Fonte: INE

Figura 2.10 Variação das emissões nacionais, entre 1995 e 2006

Para o cumprimento dos objectivos do Protocolo de Quioto, e prevendo-se já que a evolução das emissões nacionais iriam ficar além do pretendido, foi criado o Fundo Português de Carbono. Este fundo tem vindo a investir em projectos de forma a garantir a redução da quantidade de emissões de GEE em excesso, em Portugal e no estrangeiro, recorrendo ao MDL. Em 2006, com a criação deste fundo, ele foi dotado com 348 milhões de euros, para cobrir um desvio nos 5 anos do período de Quioto de $5,8 \text{ Tg CO}_{2,\text{eq}} \cdot (\text{ano})^{-1}$. A preços de CO_2 de Outubro ($13,20 \text{ €} \cdot (\text{ton CO}_2)^{-1}$, URL16), apenas seria possível adquirir $5,3 \text{ Tg CO}_{2,\text{eq}} \cdot (\text{ano})^{-1}$, ainda assim mais do que se prevê ser necessário. Estes preços não são aqueles a que o fundo vai adquirir os direitos de emissão, dado que possivelmente participa em projectos que garantem reduções a preços marginais mais baixos (filosofia do MDL).

A revisão dos dados científicos permitiu perceber o porquê do problema das alterações climáticas e para onde nos leva a manutenção dos níveis de emissão de GEE. A breve revisão das medidas políticas e legislativas implementadas nos últimos anos contribuiu para uma melhor compreensão do grau de envolvimento internacional com a resolução deste problema, mas também do enquadramento legal que condiciona o comportamento dos agentes económicos.

Neste documento, não foi possível transmitir a percepção de que são inúmeras as medidas implementadas, sectoriais e de abrangência geral, tendo como objectivo principal a redução das emissões de GEE ou sendo este apenas um efeito secundário, nos últimos 15 anos. Apesar do seu resultado final ter ficado aquém do esperado, dado que o nível de emissões português é claramente superior ao contratualizado no âmbito do Protocolo de Quioto, é importante saber-se que muitos passos já foram tomados no caminho correcto e muito se aprendeu com as iniciativas menos bem conseguidas.

3 MODELO INPUT-OUTPUT

Em 1758, surge a primeira referência à análise ‘inter-sectorial’, com a publicação da “Tableau Économique” de François Quesnay, que constituía uma representação gráfica onde os fluxos monetários podiam ser seguidos através dos diversos sectores económicos de forma sistemática. As reacções a este trabalho foram muito diversas, havendo quem o tivesse classificado como genial, mas também quem não tivesse atribuído qualquer importância (Miller e Blair, 1985).

Este tipo de análise foi posteriormente desenvolvido no final da década dos anos 30, quando se começou verdadeiramente a falar de análise *input-output*, pela mão do Professor Wassily Leontief (Leontief, 1936). Este modelo, tendo como enfoque o comércio inter-sectorial, tem como objectivo descrever os fluxos de produtos (e de dinheiro, no sentido inverso) pela economia, desde a sua produção ao seu consumo e, dessa forma, permitir uma análise detalhada das suas interdependências (Miller e Blair, 1985).

A importância do modelo *input-output* desenvolvido por Leontief foi reconhecida posteriormente, através de um prémio Nobel de Economia em 1973, e está patente na diversificação de áreas de aplicação assim como nas metodologias associadas que têm sido produzidas. Neste enquadramento teórico procurar-se-á explicar os seus fundamentos e principais aplicações, com especial destaque para a sua utilização no estudo de parâmetros ambientais.

A principal mais valia desta metodologia assenta no facto de permitir a descrição das interdependências dos diferentes ramos económicos, o que possibilita uma melhor compreensão do seu comportamento, presente e futuro.

3.1 Fundamentos da análise *input-output*

Este modelo, se for considerado na sua forma mais simples, reduz-se a um sistema de equações lineares, cada uma delas descrevendo a distribuição de um produto industrial pelo sistema económico (que pode ser considerado de forma mais ou menos agregada, consoante o propósito do estudo e a informação disponível).

Isto é, descreve a combinação de *inputs* necessários para a produção de um sector, assim como o conjunto de factores produtivos utilizado para produção desses *inputs*, e assim sucessivamente até se alcançar os *inputs* ao próprio sistema: as matérias-primas, o trabalho e as importações. Os outputs assumem todos a mesma forma: consumo final.

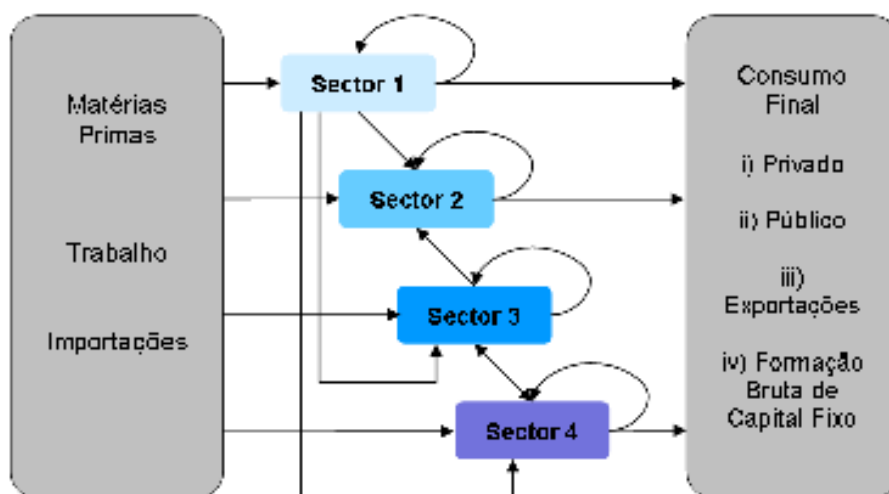


Figura 3.1 Esquema simplificado com os principais componentes do sistema económico, evidenciando as interdependências dos sectores

Leontief começou por apresentar o modelo *input-output* e as respectivas matrizes para os Estados Unidos da América para os anos de 1919 e 1929 (Leontief, 1936), e ao longo da sua vida continuou a publicar nesta área, apresentado melhorias ao modelo e novas aplicações para esta técnica.

Este método de análise tira partido do padrão relativamente estável dos fluxos de bens e serviços através dos elementos da economia, para obter uma ‘fotografia’ estatística detalhada do sistema económico, que é passível de ser manipulada pela teoria económica nos seus estudos. Este foi um grande avanço, pois permitiu uma aproximação à realidade, e um maior detalhe na explicação de eventos complexos, quer no pormenor da sua descrição, como também na compreensão dos passos intermédios dos fenómenos (Leontief, 1951).

No entanto, apenas com o desenvolvimento da era digital e com o acesso a dados estatísticos mais detalhados os modelos *input-output* puderam mostrar as suas valências. Os cálculos exigentes deixaram de ser um factor limitante, assim como a falta de informação, pelo que mais recentemente se assistiu ao retomar desta metodologia, assim como ao alargamento das suas áreas de aplicação. (Miller e Blair, 1985)

O método *input-output* foi desenvolvido com o objectivo de permitir análises económicas, diferenciando a realidade sectorial. A tipologia de estudos que esta metodologia permite engloba, entre outros, estudos de mercado, análises de ciclo de vida e análises de custo-benefício de determinados projectos ou iniciativas legislativas (Llop, 2008, Druckman *et al.*, 2007, Boyd *et al.*, 1995). Permite também incorporar nestas análises a avaliação do impacto na produção, emprego e rendimento, mas também considerações sociais através das matrizes de contabilidade social (*social accounting matrix* – SAM).

No que concerne à análise de parâmetros ambientais, é de referir que já Leontief identificou o potencial do método neste campo, no seu artigo ‘*Environmental*

repercussions e the economic structure: an input-output approach’, em 1970, encarando a poluição como um subproduto da actividade económica.

Nos tempos actuais, a necessidade de poder recorrer a modelos que consigam conciliar as esferas económica e ambiental é ainda mais premente. A metodologia *input-output* consegue representar adequadamente a realidade económica, identificando quais as actividades com maior responsabilidade nos danos e consumo de recursos ambientais, mas fundamentalmente constituir mecanismos de avaliação dos impactos económicos das medidas ambientais. Estes mecanismos são essenciais, por exemplo, para dar fundamento científico às decisões políticas.

A aplicação deste método ao ambiente, baseia-se no facto da poluição estar sujeita a relações lineares similares às dos demais produtos. Isto é, na produção de uma determinada quantidade de um produto específico é possível determinar as quantidades médias dos diferentes tipos de resíduos produzidos, tanto quanto é possível determinar a quantidade de recursos necessários.

Esta metodologia tem sido aplicada a diferentes tipos de resíduos como, por exemplo, aos efluentes gasosos, com especial destaque para os GEE (Marques *et al.*, 2008, Marques, 2002, Proops *et al.*, 1993), e aos resíduos sólidos (Barata, 2009). No que diz respeito à água, a análise que é possível observar na bibliografia é algo diferente, tanto que esta é um recurso cujo consumo está já contemplado nas matrizes *input-output*, sendo apenas necessário interiorizar no modelo de análise a correspondente emissão de efluentes residuais.

Os estudos sobre os recursos energéticos são ainda outra área na qual a metodologia *input-output* tem apresentado bons resultados (Hawdon e Pearson, 1995, Liu *et al.*, 2009), encontrando-se esta área, juntamente com a ambiental, em claro desenvolvimento.

3.2 Modelo tradicional – matriz quadrada

O modelo da “matriz quadrada” corresponde ao modelo *input-output* tradicional e parte do pressuposto que existe igual número de sectores e produtos industriais. As linhas traduzem a distribuição dos *outputs* dos sectores produtores pela economia, enquanto consumos intermédios (como *inputs* para outros produtos) e consumos finais. As colunas descrevem a composição dos *inputs* necessários para a produção gerada por um determinado sector.

A procura dos diversos *inputs* de um determinado sector é directamente proporcional à sua produção total, e a existência destas proporcionalidades são a base do método *input-output*.

Este modelo, enquanto versão simplificada da realidade, assenta em alguns pressupostos (Castro *et al.*, 2002).

1. *Considera-se que cada sector produz um único produto com uma única estrutura de inputs*

É do conhecimento geral que a agricultura não produz apenas produtos agrícolas, e que estes não são produzidos apenas pelo ramo da agricultura². Caso esta assunção não fosse feita, não seria possível representar o sistema económico numa única matriz.

2. *Assume-se a estabilidade das condições tecnológicas*

A produção de um sector económico é determinada com base na relação entre os seus *inputs* e a sua produção (coeficientes técnicos³), num certo período de tempo. Ao longo do tempo, pode-se observar variações na combinação de *inputs* necessária para a produção de um sector económico, que podem ser explicadas fundamentalmente através de dois factores: alteração da tecnologia utilizada, ou alteração da estrutura de produtos produzida nesse sector (por exemplo, alteração do tipo de veículos produzidos no sector automóvel). Tendo sido assumido que existe apenas um produto, para que seja possível fazer previsões com base nos dados de um determinado período, foi igualmente assumido que as condições tecnológicas se mantinham inalteradas. Tal assunção é bastante aproximada à realidade: os coeficientes técnicos reflectem a importância relativa dos *inputs* necessários para uma determinada tecnologia produtiva de um sector específico para a produção do respectivo produto. Apesar de não existir uma única tecnologia em funcionamento (existem diversas tecnologias, umas mais inovadoras e outras já em fase de abandono), as necessidades médias da tecnologia dominantes são expressas pelo coeficiente técnico. Como a introdução no mercado de uma nova tecnologia é um processo demorado, decorrendo habitualmente ao longo de alguns anos, a aproximação aqui descrita poderá ser assumida, sem acarretar erros significativos. Naturalmente, quanto maior for o alcance do estudo, maior será o erro originado.

3. *Assume-se a constância dos preços*

Do mesmo modo, para que a relação entre os *inputs* e a produção possa ser considerada como constante, e atendendo a que este modelo se baseia em fluxos monetários, considera-se que é possível adquirir a mesma quantidade de recursos pelo mesmo preço.

4. *Assume-se a linearidade da função de produção*

Tal como já foi mencionado, este modelo assenta na proporcionalidade entre a produção e os respectivos *inputs*, considerando-se que, para valores superiores ou

² Por exemplo, em 2006, os ramos de Investigação e Desenvolvimento e Educação também produziram produtos agrícolas, enquanto que a Agricultura também produziu produtos alimentares.

³ A definição deste conceito encontra-se no ponto 3.2.1.1.

inferiores de produção, as quantidades de recursos necessários serão exactamente proporcionais.

Na realidade, assiste-se frequentemente a economias de escala, assim como a episódios de investimentos inicial, que se traduzem numa aquisição de uma maior quantidade de *inputs* por uma empresa. Quando passamos da análise a nível micro, para um nível mais abrangente, é possível verificar que os fenómenos mencionados se diluem e se contrabalançam, sendo a linearidade da função da produção na maioria dos casos muito próxima da realidade.

Do ponto 2 e 3, deduz-se que se admitem que os rendimentos são constantes à escala.

5. Assume-se ainda que a oferta de cada produto (bem ou serviço) é perfeitamente elástica.

Considera-se que não existem restrições ao nível da oferta, isto é, não há limites ao nível da força de trabalho, capital ou matérias-primas, sendo a produção do sistema apenas determinado pelo nível de procura.

6. Considera-se a constância da estrutura de consumo final

Isto é, quando os consumidores finais têm mais recursos financeiros disponíveis, assume-se que irão comprar o mesmo tipo de produtos, nas mesmas proporções.

3.2.1 Formulação matemática do modelo

Pretende-se nesta secção explicar a formulação matemática do método *input-output*, e os parâmetros mais comumente englobados neste tipo de análise, tendo por base o quadro de transacções simplificado (Figura 3.2), onde está descrito para onde vai a produção (*outputs*) e de onde vêm os recursos (*inputs*).

Ramos (i, 1 a n)	Ramos (j, 1 a n)	Consumo final Y_i	Consumo total X_i
	$Z_{i,j}$		
	Valor agregado V_j		
	Produção X_j		

Figura 3.2 Quadro de transacções simplificado

Considerando a existência de n sectores de actividade económica tem-se que:

- O fluxo entre o sector i e o sector j traduz-se por z_{ij} , e depende exclusivamente do total da produção do sector j .
- A procura final do sector i traduz-se por Y_i e corresponde ao conjunto de produtos / serviços cuja aquisição não tem como objectivo a produção de outros bens ou

serviços. Não está dependente da produção dos restantes sectores, mas sim das necessidades e do poder compra da Sociedade e do Estado, e da aquisição de bens de capital (formação bruta de capital).

- Para além dos fluxos associados aos recursos domésticos (descritos em z_{ij}), é necessário considerar o valor agregado do produto (V_j). Nesta categoria é possível identificar diferentes tipologias de custos, tais como as aquisição de materiais e serviços (*inputs*) fora da região em análise, o custo da mão de obra, os impostos e taxas devidas ao Estado, e ainda o valor acrescentado bruto (VAB).
- O conjunto das aquisições domésticas do sector j é definido com base nos fluxos, que descrevem a composição e a respectiva importância relativa de todos os *inputs* desse sector:

$$Z_j = z_{1j} + z_{2j} + \dots + z_{ij} \dots + z_{nj} \quad (1)$$

- A produção total (*outputs*) do sector i traduz-se por X_i , e pode ser definida por:

$$X_i = z_{i1} + z_{i2} + \dots + z_{ij} \dots + z_{in} + Y_i \quad (2)$$

Somando os valores da última linha é possível obter o total da consumo:

$$X' = \sum_{i=1}^n Z_i + Y \quad (3)$$

- A produção total (*inputs*) do sector j traduz-se por X_j e é definida por

$$X_j = z_{1j} + z_{2j} + \dots + z_{ij} \dots + z_{nj} + V_j \quad (4)$$

De igual modo, somando a última coluna, obtemos a totalidade da produção:

$$X = \sum_{j=1}^n Z_j + V \quad (5)$$

O modelo *input-output* tem por base a igualdade entre a produção e o consumo: o sector económico i apresenta o mesmo nível de entrada de dinheiro e de saída, para um mesmo período temporal.

$$\boxed{X = X'} \quad (6)$$

Depois de descritos os dados base das matrizes *input-output*, falta apresentar a própria metodologia.

3.2.1.1 Coeficientes técnicos

Com base na produção total do sector j e no fluxo entre i e j é possível calcular o respectivo coeficiente técnico (a_{ij}). Este traduz a relação entre os euros de *inputs*

necessários por euros⁴ de produção total, isto é, quanto é preciso do recurso i para produzir uma unidade do produto j .

$$a_{ij} = \frac{z_{ij}}{X_j} \quad (7)$$

Após o cálculo dos coeficientes técnicos, obtém-se uma nova matriz $A = [a_{ij}]$, de ordem n , que traduz as características estruturais do sistema económico em análise (Leontief, 1986).

Esta matriz permite-nos calcular a quantidade de *inputs* necessários para satisfazer uma determinada procura final, de uma forma iterativa, dado que o aumento da procura num determinado sector vai levar ao aumento da procura nos sectores que os abastecem, e assim consecutivamente. São necessárias várias sequências de cálculos até que o aumento da procura deixe de ser significativo.

Interessa então calcular este aumento de uma forma mais expedita, para que seja possível quantificar os efeitos da variação da procura (y_i), sejam os directos (sobre o sector no qual se verificou a variação), sejam os indirectos (sobre a totalidade dos ramos de actividade económica) ou os induzidos pelo consumo das famílias, a partir da endogeneização destas no modelo (tal como será explicado no ponto 3.2.1.3).

3.2.1.2 Matriz inversa de Leontief

Se se escrever $X' = \sum_{i=1}^n Z_i + Y$ (3), em função de a_{ij} , obtém-se

$$\begin{cases} x'_1 = a_{11} \cdot x_1 + a_{12} \cdot x_2 + \dots + a_{1i} \cdot x_i + \dots + a_{1n} \cdot x_n + y_1 \\ x'_2 = a_{21} \cdot x_1 + a_{22} \cdot x_2 + \dots + a_{2i} \cdot x_i + \dots + a_{2n} \cdot x_n + y_2 \\ \dots \\ x'_i = a_{i1} \cdot x_1 + a_{i2} \cdot x_2 + \dots + a_{ii} \cdot x_i + \dots + a_{in} \cdot x_n + y_i \\ \dots \\ x'_n = a_{n1} \cdot x_1 + a_{n2} \cdot x_2 + \dots + a_{ni} \cdot x_i + \dots + a_{nn} \cdot x_n + y_n \end{cases} \quad (8)$$

⁴ Referir-se-á à unidade monetário como euros, por ser a que será adoptada neste estudo.

Que pode ser reescrita da seguinte forma, atendendo a que $x'_i = x_j$

$$\begin{cases} y_1 = (1 - a_{11}) \cdot x_1 - a_{12} \cdot x_2 - \dots - a_{1i} \cdot x_i - \dots - a_{1n} \cdot x_n \\ y_2 = -a_{21} \cdot x_1 + (1 - a_{22}) \cdot x_2 - \dots - a_{2i} \cdot x_i - \dots - a_{2n} \cdot x_n \\ \dots \\ y_i = a_{i1} \cdot x_1 - a_{i2} \cdot x_2 - \dots + (1 - a_{ii}) \cdot x_i - \dots - a_{in} \cdot x_n \\ \dots \\ y_n = a_{n1} \cdot x_1 - a_{n2} \cdot x_2 - \dots - a_{ni} \cdot x_i - \dots + (1 - a_{nn}) \cdot x_n \end{cases} \quad (9)$$

Passando a uma representação matricial

$$\begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \dots \\ y_i \\ \dots \\ y_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} (1 - a_{11}) & -a_{12} & \dots & -a_{1i} & \dots & -a_{1n} \\ -a_{21} & (1 - a_{22}) & \dots & -a_{2i} & \dots & -a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ -a_{i1} & -a_{i2} & \dots & (1 - a_{ii}) & \dots & -a_{in} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ -a_{n1} & -a_{n2} & \dots & -a_{ni} & \dots & (1 - a_{nn}) \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \dots \\ x_i \\ \dots \\ x_n \end{bmatrix}$$

Esta matriz pode representar-se por

$$Y = (I - A) \cdot X \quad (9a)$$

ou então por

$$X = (I - A)^{-1} \cdot Y \quad (10)$$

onde Y e X correspondem respectivamente ao vector do consumo e da produção, enquanto I e A constituem as matrizes identidade de ordem n e dos coeficientes técnicos.

A matriz $(I - A)^{-1}$ é a **matriz inversa de Leontief**. Cada elemento da matriz inversa (i_{ij}) representa o *output* da actividade económica i , directa e indirectamente, necessário para produzir uma unidade de valor da actividade económica j (Miller e Blair, 1985). Representa pois uma relação entre a procura final e a produção de todos os sectores económicos envolvidos.

A matriz inversa de Leontief constitui a base do modelo de *input-output*, traduzindo globalmente a estrutura da economia, realçando as interdependências entre os diversos sectores económicos. Isto é, considera-se como endógena ao modelo apenas a actividade dos ramos económicos, e como exógenos todos os tipos de consumos finais. Este modelo é designado por **modelo aberto**.

3.2.1.3 Endogeneização das famílias – modelo fechado

No entanto, apesar da estrutura produtiva estar isolada no cerne do modelo, existem outros sectores que apresentam comportamentos semelhantes ao de uma actividade económica. As famílias consomem os produtos de diversos sectores e fornecem ‘inputs’ essenciais para a produção de todos os sectores – o trabalho.

Quando o objectivo de estudo se alarga, isto é, quando se pretende englobar o efeito da aquisição das famílias na economia, é necessário endogeneizar os seus rendimentos e consumos, adicionando mais uma linha e uma coluna ao quadro de transacções (que passa a ter como dimensão $(n+1) \times (n+1)$).

Assim, apesar da aquisição de bens e serviços por parte das famílias corresponder a um consumo final, este é determinado pela quantidade de rendimento disponível, que por sua vez é determinado pela produção dos sectores considerados. Verifica-se também aqui uma clara interdependência com o funcionamento do sistema económico, pelo que é possível endogeneizar as famílias no modelo.

É necessário considerar que, mediante um aumento ou diminuição do rendimento disponível, a estrutura de consumo deste ‘novo sector’ se manterá constante. Uma análise em pormenor, certamente levaria a uma conclusão diferente: uma família, perante um aumento dos recursos disponíveis, certamente iria alterar a tipologia de aquisições. No entanto, como se considera que estas alterações são transversais à sociedade, assume-se que os padrões de consumo global não apresentam alterações significativas (isto é, implicando alterações percentuais relativamente pequenas).

O quadro de transacções é alterado de forma a discriminar o consumo das famílias ($Y_{F,i}$), o restante consumo final ($Y_{O,i}$), o rendimento das famílias ($V_{F,j}$) e as outras componentes do valor agregado ($V_{O,j}$) (vide figura 3.3).

	Ramos (j, 1 a n)		
Ramos (i, 1 a n)	$Z_{i,j}$	Consumo das famílias $Y_{F,i}$	Consumo final $Y_{O,i}$
			Consumo total X'_i
	Rendimentos das famílias $V_{F,j}$		
	Valor agregado $V_{O,j}$		
	Produção X_j		

Figura 3.3 Quadro de transacções simplificado do modelo fechado

No que concerne aos coeficientes técnicos, é necessário agora calcular:

O vector dos coeficientes relativos ao rendimento do trabalho ($a_{n+1,j}$), que representa o valor do trabalho por cada euro de produção nos diversos sectores de actividade

$$a_{n+1,j} = \frac{Z_{n+1,j}}{X_j} \quad (7a)$$

linha com dimensão $[n+1]$

O vector dos coeficientes referentes ao consumo das famílias ($a_{i,n+1}$), que representam o valor de consumo em cada ramo de actividade económica por cada euro recebido pelas famílias, sendo X_{n+1} a produção total das famílias, isto é, o rendimento total das famílias

$$a_{i,n+1} = \frac{Z_{i,n+1}}{X_{n+1}} \quad (7b)$$

coluna com dimensão $[n+1]$

O processo de inversão decorre de forma similar ao já descrito, sendo que as equações de (8) a (10) mantêm a sua validade, tendo que ser ajustadas de forma a reflectir as condições deste novo modelo: o alargamento da dimensão dos vectores de n para $n+1$ e das matrizes de $n \times n$ para $(n+1) \times (n+1)$.

Cada elemento i_{ij} da nova matriz inversa de Leontief obtida representa o *output* da actividade económica i necessário para produzir uma unidade de valor da actividade económica j , considerando os efeitos directos, indirectos e induzidos.

Este processo de endogeneização das famílias pode também ser aplicado a outras componentes do quadro de transacções. O capital também apresenta um comportamento similar a um ramo económico, tal como as famílias. Nesse caso, a linha equivalente ao valor acrescentado bruto (que não o originado pelas famílias) e a formação bruta de capital é que seriam incluídas na matriz de coeficientes técnicos, e consequentemente na matriz inversa.

3.3 Modelo rectangular

Na recolha de informação estatística junto dos agentes económicos, é usual que toda a sua produção seja classificada de acordo com a classificação da própria actividade económica, que corresponde aos seus principais produtos. Isto cria distorções, dado que, tal como foi referido anteriormente, é comum o mesmo agente produzir diferentes tipos de produtos.

Presentemente, os mecanismos de recolha de dados contemplam já maior nível de detalhe, e é possível saber quais são na realidade os produtos produzidos e em que quantidades. A existência desta informação criou oportunidade para a introdução de uma alteração à metodologia *input-output* tradicional que reflectisse com maior detalhe os

fluxos monetários reais. Este método baseia-se em **matrizes rectangulares**, que permitem a descrição de um maior número de produtos do que actividades económicas, e que apresentam uma estrutura mais complexa, de forma a poderem exprimir mais informação.

A nova estrutura (Fig. 3.4) traduz-se em duas matrizes separadas:

- a matriz dos recursos ou *Make*, onde a produção doméstica é descrita discriminando-se que produtos são produzidos por cada um dos ramos económicos.
- a matriz dos empregos ou *Use*, onde o consumo é igualmente discriminado por produto e por ramo, detalhando os diferentes produtos que as empresas adquirem.

	Produtos (i, 1 a m)	Ramos (j, 1 a n)			
Produtos (i, 1 a m)		Matriz <i>Use</i> ou de Empregos $U (u_{ij})$	Consumo final $Y_{F,i}$	Consumo final $Y_{O,i}$	Total de Recursos Q_i
Ramos (j, 1 a n)	Matriz <i>Make</i> ou de Recursos $M (m_{ji})$				Total de Empregos X_j
	Valor agregado V_i				
		Rend. Famílias $W_{F,j}$			
		Exceden. Bruto de Exploração $W_{O,j}$			
	Total de Recursos Q_i	Total de Empregos X_j			

Figura 3.4 Quadro de entradas e saídas simplificado do modelo rectangular

À semelhança do que se verifica nas matrizes quadradas, é possível descrever todos os fluxos económicos de uma economia, como se passa a explicar:

M é o quadro de recursos ou Matriz *Make* (de produção), onde:

- cada elemento m_{ji} , representa a quantidade do produto i produzido pelo ramo de actividade j num determinado espaço temporal (independentemente deste ser destinado a satisfazer a procura intermédia ou final);
- na diagonal principal deste quadro encontram-se os principais produtos em cada um dos ramos de actividade considerados (denominados por primários, em contraponto aos restantes, secundários), que apresentam valores .

V é o vector linha que corresponde ao valor agregado do produto, isto é, a outros fluxos monetários que não correspondem aos custos de produção suportados pelos diversos ramos na produção de um determinado produto i , como por exemplo, os impostos e as

margens comerciais. Nesta categoria são também incluídas as importações, dado que correspondem à aquisição de bens e produtos de agentes económicos fora da área em análise⁵.

U é o quadro dos empregos ou Matriz *Use* (de consumo intermédio), onde cada elemento u_{ij} representa a quantidade do produto i que é utilizada para gerar determinada produção pelo ramo de actividade j num determinado espaço temporal.

Y é o vector da procura final dos diversos produtos i e tem diversas componentes, sendo de destacar o consumo privado das famílias ($Y_{F,i}$), mas no qual também se engloba o consumo público, a formação bruta de capital e as exportações ($Y_{O,i}$).

W é o vector linha da componente do valor acrescentado bruto (VAB) dos ramos de actividade j . Neste caso, foi dividido em duas, de forma a separar os rendimentos das famílias ($W_{F,j}$) do excedente bruto de exploração VAB ($W_{O,j}$). Esta componente corresponde aos recursos não fornecidos pelos sectores económicos.

Na matriz quadrada, a produção total corresponde a todos os consumos intermédios acrescidos do consumo final. Neste modelo é possível estabelecer similaridades, mas diferenciadas entre as actividades económicas e os respectivos produtos.

A produção total de cada actividade económica é definida através da soma dos respectivos *outputs*: X' representa o vector coluna da procura total do ramo de actividade j . É calculado com base na matriz *Make*, através da soma em linha da produção dos diversos ramos de actividade (m_{ji}).

$$X'_j = \sum_{i=1}^n m_{ji} \quad (11)$$

De igual modo, também é possível afirmar que a soma de todos os *inputs* e do respectivo valor acrescentado corresponde ao consumo de cada actividade económica: X é o vector linha da produção total do ramo de actividade j . É calculado com base na matriz *Use*, através da soma em linha do consumo intermédio (u_{ij}) e do valor acrescentado (W_j) dos diversos ramos de actividade.

$$X_j = \sum_{i=1}^n u_{ij} + W_j \quad (12)$$

Fazendo uma análise similar na perspectiva do produto, verifica-se que o total de consumo de cada produto é calculado através da soma do consumo intermédio e final: Q' é o vector coluna da procura total dos produtos i , isto é, total de empregos ou total de consumo. É calculado com base na matriz *Use*, através da soma em linha dos consumos

⁵ Esta classificação é justificada pelo facto dos impactos das variações da procura final se fazerem sentir noutras regiões que não a abrangida pelo estudo, pelo que os correspondentes fluxos monetários não poderão constar da matriz principal.

intermédios pelos diversos ramos de actividades (u_{ij}) e dos consumos finais com o vector da procura final dos diversos produtos (Y_i).

$$Q'_i = \sum_{j=1}^n u_{ij} + Y_i \quad (13)$$

E que a produção total de cada produto é definida através da aquisição das respectivas matérias-primas e do valor agregado: Q é o vector linha do total dos produtos i produzidos, isto é, o total dos recursos. É calculado com base na matriz *Make*, através da soma em coluna da produção pelos diversos sectores económicos (m_{ji}), que representa a produção nacional dos diferentes produtos, acrescido do valor agregado.

$$Q_i = \sum_{j=1}^n m_{ij} + V_i \quad (14)$$

Depois de construído o Quadro de Entradas e Saídas, é possível calcular a matriz de coeficientes técnicos, equivalente à de Leontief.

Existem duas hipóteses a partir das quais é possível construir o quadro de transacções:

- i) hipótese da tecnologia baseada na indústria – considera-se que a estrutura de *inputs* de um ramo é constante, independente do produto que produz. Isto é, durante a análise de um cenário, mesmo alterando-se a importância relativa dos diversos produtos num determinado sector, a estrutura de *inputs* manter-se-á a mesma.
- ii) hipótese da tecnologia baseada no produto – considera-se que a estrutura de *inputs* necessários para a produção de um determinado bem ou serviço mantém-se constante, independente do ramo de actividade económica responsável pela sua produção.

3.3.1 Coeficientes técnicos

A metodologia a aplicar é similar à apresentada para a matriz quadrada, no entanto estes coeficientes apresentam significados ligeiramente diferentes.

Ao dividir a matriz *Use* (U) pelo vector da produção total (X) obtém-se a matriz de coeficientes técnicos (B), cujos elementos b_{ij} representam a parte do valor produzido pela actividade económica j devida ao consumo do produto i .

$$B = U \cdot (\hat{X})^{-1} \quad b_{ij} = \frac{u_{ij}}{X_j} \quad (15)$$

Ao dividir a matriz *Make* (M) pelo vector do total dos recursos (Q) obtém-se a matriz dos coeficientes de quota de mercado (D), cujos elementos d_{ij} representam a parcela de mercado que o ramo j possui relativamente ao produto i .

$$D = M \cdot (\hat{Q})^{-1} \quad d_{ij} = \frac{m_{ij}}{Q_i} \quad (16)$$

3.3.2 Matriz equivalente à inversa de Leontief

O cálculo da matriz inversa obedece ao mesmo princípio, mas no caso das matrizes rectangulares é bastante mais complexo, gerando quatro sub-matrizes cujos elementos têm significados diferentes.

Há duas opções para efectuar a inversão das matrizes: recorrendo a quatro sub-matrizes e fazendo a inversão por partes; ou invertendo a matriz na globalidade. Ir-se-á fazer a apresentação das duas metodologias: a primeira porque permite uma maior compreensão das diferenças entre os quatro sub-blocos, e a segunda pela sua aplicabilidade.

a) Inversão da matriz por blocos

Retomando a equação (13), onde é definido o vector da totalidade de recursos consumidos, e a (15) que descreve a relação entre a matriz *Use* e os correspondentes coeficientes técnicos, é possível reescrever Q' .

$$Q'_i = \sum_{j=1}^n u_{ij} + Y_i \quad B = U \cdot (\hat{X})^{-1}$$

$$Q'_i = B \cdot \hat{X} + Y \quad (17)$$

Esta equação é equivalente à equação (8) no modelo tradicional de Leontief, traduzindo a igualdade entre o total de consumo de bens ou serviços e o consumo intermédio dos mesmos ($B \cdot \hat{X}$) acrescido do consumo total. Esta equação, para além de realçar o paralelismo de ambas as metodologias, será necessária para o procedimento de cálculo de inversão da matriz.

1º quadrante - matriz dos coeficientes totais produto por produto

A equação (16) pode ser alterada de forma a pôr em evidência a matriz *Make*

$$M = D \cdot \hat{Q} \quad (16a)$$

Retomando a equação (11) $X' = M$

E substituindo (16) em (11), obtém-se

$$X = D \cdot \hat{Q} \quad (18)$$

Reorganizando a equação (17), em ordem a X $X = (Q - Y) \cdot B^{-1}$ (17a)

é possível substituir X na equação (19),

$$Q = (I - D \cdot B)^{-1} \cdot Y \quad (20)$$

obtendo a igualdade onde é definida a matriz dos coeficientes totais produto por produto. Cada elemento i_{nm} traduz a quantidade do produto n necessária para satisfazer o acréscimo da procura final dirigida ao produto m .

2º quadrante - matriz dos coeficientes totais produto por ramo

É necessário explicitar um conceito que ainda não havia sido abordado: o consumo final organizado mediante o ramo de actividade consumidor do mesmo (K), e não consoante o produto consumido (Y). O consumo final continua a ser um vector com dimensão igual ao número de sectores, apesar de não pertencer ao quadro de transacções apresentado anteriormente.

$$K = D \cdot Y \quad (21)$$

Que equivale a $Y = K \cdot D^{-1}$ (21a)

A equação (20) pode ser alterada, de forma a alterar o consumo por produto, para passar a ser em função do ramo consumidor

$$Q = (I - D \cdot B)^{-1} \cdot D^{-1} \cdot K \quad (22)$$

Chega-se à expressão onde é definida a matriz de coeficientes totais produto por ramo. Cada elemento i_{nm} traduz a quantidade do produto n necessária para satisfazer o acréscimo da procura final dirigida ao ramo m .

3º quadrante - matriz dos coeficientes totais ramo por produto

Relembrando a equação (18), e organizando-a em função do total de recursos

$$\hat{Q} = X \cdot D^{-1} \quad (18a)$$

E substituindo Q na equação (20), vem que

$$X = (I - D \cdot B)^{-1} \cdot D \cdot Y \quad (23)$$

e obtém-se a equação que define a matriz dos coeficientes totais ramo por produto. Cada elemento i_{nm} traduz a quantidade de produção do ramo n necessária para satisfazer o acréscimo da procura final dirigida ao produto m .

4º quadrante - matriz dos coeficientes totais ramo por ramo

Retomando a equação (21a), isolando o consumo dirigido aos produtos

$$Y = K \cdot D^{-1} \quad (21a)$$

E substituindo na equação (22), vem que

$$X = (I - D \cdot B)^{-1} \cdot K \quad (24)$$

Obtendo a igualdade onde são definidos os coeficientes totais ramo por produto. Cada elemento i_{nm} traduz a quantidade de produção do ramo n necessária para satisfazer o acréscimo da procura final dirigida ao produto m .

Em sùmula, as matrizes dos quatro coeficientes totais encontram-se na tabela 3.1.

Tabela 3.1 Sistematização do significado dos diferentes tipos de parâmetros na matriz inversa equivalente à de Leontief

	Produtos	Ramos
Produtos	$(I - D \cdot B)^{-1}$ quantidade do produto n necessária para satisfazer o acréscimo da procura final dirigida ao produto m	$(I - D \cdot B)^{-1} \cdot D^{-1}$ quantidade do produto n necessária para satisfazer o acréscimo da procura final dirigida ao ramo m
Ramos	$(I - D \cdot B)^{-1} \cdot D$ quantidade de produção do ramo n necessária para satisfazer o acréscimo da procura final dirigida ao produto m	$(I - D \cdot B)^{-1}$ quantidade de produção do ramo n necessária para satisfazer o acréscimo da procura final dirigida à produção do ramo m

b) Inversão da matriz no seu todo

Após o cálculo das matrizes de coeficientes técnicos B e D (equações 15 e 16 respectivamente) é possível construir um sistema matricial com a mesma dimensão que a matriz rectangular (apenas considerando a matriz *Make* e *Use*).

$$\begin{bmatrix} Q \\ X \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & B \\ D & 0 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} Q \\ X \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} Y \\ 0 \end{bmatrix} \quad (25)$$

Desenvolvendo esta equação de forma a colocar em evidência as variáveis de produção e consumo totais (Q e X) tem-se

$$\begin{bmatrix} Q \\ X \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & B \\ D & 0 \end{bmatrix}^{-1} \times \begin{bmatrix} Y \\ 0 \end{bmatrix} \quad (25a)$$

O que também poderá ser escrito da seguinte forma

$$\begin{bmatrix} Q \\ X \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} (I - BD)^{-1} \cdot Y \\ -D \cdot (I - BD)^{-1} \cdot Y \end{bmatrix} \quad (26)$$

A equação (23) é a expressão à qual corresponde a equação (10) do modelo *input-output* tradicional, pois permite medir o impacto da alteração da procura final na produção total dos sectores de actividade económica. Esta equação é a que melhor se ajusta a este fim, dado que o consumo é usualmente contabilizado em termos de produto. Esta expressão permite resultados mais exactos do que a utilizada no modelo quadrado, dado que a procura por produtos é afectada aos respectivos ramos de actividade. (Marques, 2002)

Também no que concerne ao modelo *input-output* rectangular é possível proceder à endogeneização de determinados parâmetros, tal como explicado para o modelo tradicional. No caso das famílias, a metodologia é em tudo similar: o seu rendimento e consumo final passam a ser englobados no cerne da matriz (Fig 3.5), para o qual posteriormente são calculados coeficientes técnicos (Fig 3.6) e a matriz inversa.

	Produtos (i, 1 a m)	Ramos (j, 1 a n)			
Produtos (i, 1 a m)		Matriz Use ou de Empregos U (u_{ij})	Consumo final $Y_{F,i}$	Consumo final $Y_{O,i}$	Total de Recursos Q_i
Ramos (j, 1 a n)	Matriz Make ou de Recursos M (m_{ji})				Total de Empregos X_j
	Valor agregado V_i				
		Rend. Famílias $W_{F,j}$			
		VAB – Rend. Famílias $W_{O,j}$			
	Total de Recursos Q_i	Total de Empregos X_j			

Figura 3.5 Quadro de entradas e saídas do modelo rectangular fechado

	Produtos (i, 1 a n)					Ramos (j, 1 a n)					Cons. Famílias
Produtos (i, 1 a n)	0	...	0	...	0	b_{11}	...	b_{1j}	...	b_{1n}	b_{1f}
	0	...	0	...	0	b_{21}	...	b_{2j}	...	b_{2n}	b_{2f}

	0	...	0	...	0	b_{i1}	...	b_{ij}	...	b_{in}	b_{if}

	0	...	0	...	0	b_{n1}	...	b_{ni}	...	b_{nn}	b_{nf}
Ramos (j, 1 a n)	d_{11}	...	d_{1j}	...	d_{1n}	0	...	0	...	0	
	d_{21}	...	d_{2j}	...	d_{2n}	0	...	0	...	0	
	
	d_{j1}	...	d_{jj}	...	d_{jn}	0	...	0	...	0	
	
	d_{n1}	...	d_{nj}	...	d_{nn}	0	...	0	...	0	
Rendimento Famílias						b_{f1}	...	b_{fi}	...	b_{fn}	0

Figura 3.6 Esquema dos coeficientes técnicos do modelo rectangular fechado

3.4 Avaliação de impactos

A metodologia *input-output*, mais do que apenas descrever as relações entre os sectores económicos e as suas interdependências, através de uma representação matricial dos fluxos monetários entre os mesmos, permite a avaliação de impactos, nomeadamente quanto às mudanças no consumo final.

Atendendo a que a produção de cada um dos sectores é dependente da produção dos outros ramos, alterações na procura dirigida a um determinado ramo ou um produto específico provocam alterações directas e indirectas no sistema económico, que podem ser estimadas através desta metodologia. (Armstrong e Taylor, 2000)

Estes impactos são definidos com base nos coeficientes da matriz inversa (i_{nm}) que têm significados diferentes nos modelos apresentados anteriormente (vide Figura 3.7).

Genericamente, uma variação da procura dirigida a um ramo [Y] produz um efeito total sobre a produção [X] que pode ser descrito em três partes (no modelo aberto):

- Um efeito inicial – relativo à variação da procura final inicialmente estabelecida;
- Um efeito directo – associado à produção directamente afectada pelo acréscimo da procura dos produtos de um ramo de actividade (coeficientes técnicos estimados a partir do quadro de transacções);
- Um efeito indirecto – que resulta do acréscimo da produção ao nível dos outros ramos (calculados com base na matriz inversa).

modelo quadrado fechado	o output da actividade económica m , directa e indirectamente, necessário para produzir uma unidade de valor da actividade económica n equação 10
modelo quadrado aberto	o output da actividade económica m necessário para produzir uma unidade de valor da actividade económica n , considerando os efeitos directos, indirectos e induzidos equação 10
modelo rectangular aberto	o output da actividade económica m necessário, directa e indirectamente, para satisfazer o acréscimo da procura final dirigida ao produto n equação 23
modelo rectangular fechado	o output da actividade económica m necessário para satisfazer o acréscimo da procura final dirigida ao produto n , considerando os efeitos directos, indirectos e induzidos equação 23

Figura 3.7 Significado dos elementos da matriz inversa nos modelos *input-output* tradicional e rectangular (3º quadrante), aberto e fechado

Sabendo que:

$$(I - A)^{-1} = I + A + A^2 + A^3 + \dots + A^n \quad (27)$$

É possível reescrever a equação (10) $X = (I - A)^{-1} \cdot Y$

isolando a componente da produção:

$$X = (I + A + A^2 + A^3 + \dots + A^n) \cdot Y \quad (28)$$

Tem-se então que

$$X = \underbrace{Y}_{\text{efeito inicial}} + \underbrace{A \cdot Y}_{\text{efeito directo}} + \underbrace{(A^2 + A^3 + \dots + A^n) \cdot Y}_{\text{efeito indirecto}} \quad (28a)$$

efeito inicial efeito directo efeito indirecto

Os efeitos indirectos serão tanto maiores quanto maior o nível de interdependências do sector, isto é, quanto maior o volume de compras intermédias a diferentes ramos económicos. Estas interligações traduzem o funcionamento em rede da máquina económica.

Para compreender melhor o significado de cada elemento da matriz de Leontief e qual a sua relação directa com o cálculo dos efeitos totais e indirectos, interessa retomar a equação (10), reescrita de forma a reflectir a variação da produção em função da variação da procura.

$$\Delta X = (I - A)^{-1} \cdot \Delta Y \quad (10a)$$

Sabendo que $(I-A)^{-1}$ é uma matriz de multiplicadores i_{ij} de dimensão $n \times n$,

$$(I - A)^{-1} = \begin{bmatrix} i_{11} & i_{12} & \dots & i_{1j} & \dots & i_{1n} \\ i_{21} & i_{22} & \dots & i_{2j} & \dots & i_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ i_{i1} & i_{i2} & \dots & i_{ij} & \dots & i_{in} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ i_{n1} & i_{n2} & \dots & i_{nj} & \dots & i_{nn} \end{bmatrix}$$

Obtém-se que

$$\begin{bmatrix} \Delta x'_1 \\ \Delta x'_2 \\ \dots \\ \Delta x'_i \\ \dots \\ \Delta x'_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} i_{11} \cdot \Delta y_1 & i_{12} \cdot \Delta y_2 & \dots & i_{1j} \cdot \Delta y_j & \dots & i_{1n} \cdot \Delta y_n \\ i_{21} \cdot \Delta y_1 & i_{22} \cdot \Delta y_2 & \dots & i_{2j} \cdot \Delta y_j & \dots & i_{2n} \cdot \Delta y_n \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ i_{i1} \cdot \Delta y_1 & i_{i2} \cdot \Delta y_2 & \dots & i_{ij} \cdot \Delta y_j & \dots & i_{in} \cdot \Delta y_n \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ i_{n1} \cdot \Delta y_1 & i_{n2} \cdot \Delta y_2 & \dots & i_{nj} \cdot \Delta y_j & \dots & i_{nn} \cdot \Delta y_n \end{bmatrix} \quad (29)$$

Se o objectivo for avaliar o aumento de uma unidade de procura final dirigida ao sector 1, permanecendo constantes os restantes elementos do vector de procura final, ΔY é dado

por

$$\Delta Y = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ \dots \\ 0 \\ \dots \\ 0 \end{bmatrix}$$

Pela equação (29) é possível verificar que

$$\begin{bmatrix} \Delta x'_1 \\ \Delta x'_2 \\ \dots \\ \Delta x'_i \\ \dots \\ \Delta x'_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} i_{11} \\ i_{21} \\ \dots \\ i_{i1} \\ \dots \\ i_{n1} \end{bmatrix}$$

Donde se depreende que o impacto da variação de procura unitária dos produtos do sector 1 é dada pela soma vertical dos multiplicadores sectoriais desse ramo (coeficientes da matriz de Leontief), o que equivale ao respectivo multiplicador de produção.

Multiplicador da produção

Em abstracto, O_j é o multiplicador de produção ou índice de arrastamento que define a variação necessária da produção para dar resposta a um aumento unitário da procura final do produto do ramo j . Tal justifica-se uma vez que cada elemento desta coluna representa os impactos directos e indirectos em cada ramo i devido à alteração da procura do produto do ramo j ⁶. A soma representa os impactos na economia como um todo.

$$O_j = \sum_{i=1}^n i_{ij} \quad (30)$$

De forma mais genérica pode ser traduzido como razão entre a soma de todos os efeitos e os efeitos directos. No caso dos multiplicadores de produção, considera-se sempre que o efeito directo é unitário, isto é, correspondente ao aumento da procura em uma unidade de valor.

$$O_j = \frac{\text{efeitos directos} + \text{efeitos indirectos}}{\text{efeitos directos}} \quad (31)$$

Quando é realizada a endogeneização das famílias, o cálculo do multiplicador de produção é ajustado de forma considerar o multiplicador sectorial adicional, que traduz o trabalho necessário para responder ao aumento de uma unidade na procura do ramo j ⁷.

$$O_{T,j} = \sum_{i=1}^{n+1} i_{ij} \quad (32)$$

$$O_{T,j} = \frac{\text{efeitos directos} + \text{efeitos indirectos} + \text{efeitos induzidos}}{\text{efeitos directos}} \quad (33)$$

O multiplicador simples O_j (tipo I) inclui os efeitos directos e indirectos sobre os ramos de actividade derivados do aumento da procura final, enquanto que o multiplicador total $O_{T,j}$ (tipo II) considera também os efeitos induzidos pelo aumento do rendimento das famílias.

⁶ No caso da matriz rectangular resulta que cada elemento da coluna i representa os impactos directos e indirectos em cada ramo j devido à alteração da procura do produto do ramo i , a soma destes corresponde ao multiplicador simples de produção O_i

⁷ De forma similar, o multiplicador de produção no caso do modelo rectangular corresponde à soma dos elementos da coluna i que representam os impactos directos, indirectos e induzidos nos vários ramos j , devido à alteração da procura do produto do ramo i (O_{Ti})

A noção de multiplicador também pode ser utilizada para avaliar o impacto de uma variável exógena (procura final) no rendimento das famílias (multiplicador do rendimento) e no emprego (multiplicador do emprego) (Marques, 2002).

3.5 Aplicação a parâmetros ambientais

O ambiente, de forma lata, tanto pode ser encarado como a origem de todas as matérias-primas, como o receptor de todos os resíduos, na sua forma final. É sabido que ambas as operações mencionadas têm impactos negativos no estado do ambiente, que deverão ser monitorizadas de forma a minimizá-los e, simultaneamente, aumentar a eficiência na utilização dos serviços do ambiente (quer a montante, como origem de *inputs*, quer a jusante, como receptor de *outputs*).

Descrita a metodologia *input-output*, far-se-á uma breve descrição de como este método pode ser aplicado ao estudo de parâmetros ambientais e da sua interligação à economia.

Existem duas formas de estimar os parâmetros ambientais (Marques, 2002):

- i) cálculo exógeno - segue um raciocínio análogo ao cálculo dos multiplicadores do rendimento e do emprego, isto é, calcula-se exogenamente o vector dos coeficientes ambientais;
- ii) cálculo endógeno dos impactos de emissões - introduz-se no Quadro de Entradas e Saídas o valor das emissões emitidas pelos diversos ramos de actividade.

Existem três formas distintas de incorporar aspectos ambientais nos modelos *input-output* (Hawdon e Pearson, 1995, Miller e Blair, 1985):

- a) *modelos de input-output generalizados*: a matriz dos coeficientes técnicos é aumentada de linha, e, por vezes, de colunas de forma a reflectir as actividades de produção de poluição e de mitigação da mesma;
- b) *modelos económico-ecológicos*: o sistema *input-output* incorpora os produtos ambientais (correspondentes a matérias-primas e a resíduos), na forma de uma submatriz, criando com a matriz economia um sistema semelhante a um sistema inter-regional;
- c) *modelos produto-por-indústria*: a sua aplicação é feita a matrizes rectangulares, sendo os bens e serviços ambientais são introduzidos através da adição de linhas e colunas.

A incorporação de parâmetros ambientais gera frequentemente sistemas *input-output* híbridos, em que parte do sistema é traduzido em unidades monetárias, enquanto que algumas colunas e linhas contêm valores correspondentes a fluxos físicos do parâmetro em estudo, seja em toneladas de GEE, metros cúbicos de água ou toneladas de resíduos.

O cálculo exógeno é o mais simples e o menos exigente ao nível dos dados necessários, pelo que será o considerado neste estudo.

Cálculo exógeno de multiplicadores ambientais

Tal como foi definido para a matriz *input-output*, é necessário calcular o vector de coeficientes técnicos para o parâmetro ambiental em estudo $[E_j]$, que é definido pela quantidade de emissões do poluente $[P_j]$ emitida por unidade de produto final do ramo de actividade j $[X_j]$ (e.g. toneladas de CO₂ por milhar de euros produzidos por ano):

$$E_j = \frac{P_j}{X_j} \quad (34)$$

Recorrendo à equação (10) no modelo *input-output* tradicional, ou à equação (23) no modelo *input-output* rectangular, é possível estimar a quantidade total de poluição originada / recursos naturais consumidos (por exemplo, total de emissões) $[P]$ em função da procura final $[Y]$, incluindo os efeitos directos e indirectos. (ou mesmo induzidos, no caso do modelo fechado)

$$P = [\hat{E} \cdot (I - A)^{-1}] \cdot Y \quad (35)$$

$$P = \hat{E} \cdot [D \cdot (I - D \cdot B)^{-1}] \cdot Y \quad (36)$$

A partir da matriz inversa $[P]$ é possível calcular os efeitos do aumento da procura do produto i sobre o parâmetro ambiental em estudo, isto é, o impacto que essa variação teve na produção de cada ramo j , no que concerne, por exemplo, às emissões de GEE. Os efeitos totais (ET_i) são calculados com base na respectiva soma.

$$ET_i = \sum_{j=1}^n p_{ij} \quad (37)$$

O multiplicador ambiental simples ($O_{A,i}$) corresponde à variação verificada na emissão / consumo do parâmetro ambiental, devido ao aumento de uma unidade no consumo do produto i , que não é directamente associada ao sector produtor, mas sim às emissões a jusante do sector que fornece o bem ou serviço ao consumidor final. Assume-se que o efeito directo corresponde ao próprio coeficiente técnico (E_j), fazendo-se uma equivalência entre produto (j) e ramo (i).

$$O_{A,i} = \frac{ET_i}{E_j} \quad (38)$$

O mesmo raciocínio é seguido no cálculo do multiplicador ambiental total: os efeitos totais (ET_{Ti}) são calculados recorrendo à matriz inversa do modelo fechado [P'], englobando agora os efeitos induzidos.

$$ET_{Ti} = \sum_{j=1}^{n+1} p'_{ij} \quad (39)$$

O multiplicador ambiental total (O_{ATi}) tem um significado similar ao multiplicador anteriormente referido, passado a reflectir também o impacto das famílias.

$$O_{AT,i} = \frac{ET_{Ti}}{E_j} \quad (40)$$

3.6 Construção do modelo

Após a apresentação dos princípios do método de análise *input-output*, proceder-se-á neste sub-capítulo a uma descrição sucinta da metodologia desenvolvida nesta tese. O modelo *input-output* adoptado foi o rectangular, dado que descreve com maior exactidão a realidade.

3.6.1 Construção do quadro de transacções

A componente prática deste estudo teve como base as matrizes da contabilidade nacional disponibilizadas pelo Gabinete de Estatísticas da União Europeia (URL01) para os anos entre 1995 e 2006, a preços correntes e a preços do ano anterior. No Instituto Nacional de Estatística (URL03), no início do trabalho, não se encontravam disponíveis séries temporais no respeitante às matrizes rectangulares de *input-output* da contabilidade nacional, apesar do Departamento de Planeamento e Prospectiva (Dias, 2008, Lopes, 2007, Lopes, 2008, Martins, 2004) ter publicado as matrizes quadradas para os anos de 1996 a 2005.

Foram, no entanto, detectadas algumas falhas na informação recolhida, nomeadamente no que concerne:

- i) aos dados de 2000 a preços do ano anterior,
- ii) à compensação dos empregados a preços do ano anterior, em toda a série temporal, e
- iii) ao rendimento dos trabalhadores por conta própria.

O primeiro problema foi ultrapassado através da análise de todos índices dos restantes anos. Considerou-se que, quando o coeficiente de variação era inferior a 50%, era admissível considerar como índice para 2000 a média dos restantes índices. Os outros casos foram analisados individualmente e, naqueles em que era possível detectar uma tendência de evolução, o índice foi calculado através da respectiva recta de regressão linear. Na maioria dos casos em que o coeficiente de variação era superior a 50%, tal

deveu-se à inexistência de dados para os 11 anos em análise (principalmente entre 1996 e 1999), pelo que foi calculada a média corrigida.

A segunda questão foi resolvida considerando que a relação entre o VAB total e a compensação dos trabalhadores, a preços constantes e do ano anterior, era proporcional.

Os dados relativos ao rendimento dos trabalhadores por conta própria são essenciais para determinar o rendimento efectivo das famílias. Na ausência de elementos relativos a este parâmetro junto do EUROSTAT e do INE, recorreu-se a dados não oficiais, de 1999, que permitiram calcular um coeficiente do rendimento misto das famílias (receitas dos trabalhadores por conta própria) no valor do VAB, excluído da compensação dos empregados.

A estrutura e nível de detalhe do quadro de entradas e saídas foram influenciados pelo esquema de dados do EUROSTAT. Atendendo ao objectivo do estudo e ao facto de se pretender uma estrutura constante ao longo do período em análise, a organização da matriz utilizada foi a seguinte:

	Produtos (i, 1 a 59)	Ramos (j, 1 a 59)	Matriz Use ou de Empregos $U (u_{ij})$	Consumo final $Y_{F,i}$	Consumo final $Y_{C,i}$	FBC $Y_{I,i}$	Exportações $Y_{E,i}$	Total de Recursos Q_i
Produtos (i, 1 a 59)								
Ramos (j, 1 a 59)	Matriz Make ou de Recursos $M (m_{ji})$							Total de Empregos X_j
	Importações $Z_{I,i}$							
	Impostos – Subsídios $Z_{G,i}$							
	Marg. comerciais e de transp. $Z_{M,i}$							
		Rendimento das Famílias $W_{F,j}$						
		Exceden. Bruto de Exploração $W_{O,j}$						
	Total de Recursos Q_i	Total de Empregos X_j						

Figura 3.8 Quadro de transacções dos dados iniciais

Neste estudo considera-se que o número de ramos de actividade (j) é igual ao número de produtos (i), e um nível de desagregação sectorial de 59.

M é o quadro de recursos ou Matriz *Make* (de produção), onde cada elemento m_{ji} , representa a quantidade do produto i produzido pelo ramo de actividade j num determinado espaço temporal (independentemente deste ser destinado a satisfazer a procura intermédia ou final);

U é o quadro dos empregos ou Matriz *Use* (de consumo intermédio), onde cada elemento u_{ij} representa a quantidade do produto i que é utilizada para gerar determinada produção pelo ramo de actividade j num determinado espaço temporal.

Y é o vector da procura final dos diversos produtos i e tem como componentes:

- o consumo privado (das famílias) $Y_{F,i}$
- o consumo público e das organizações não governamentais $Y_{C,i}$
- a formação bruta de capital fixo $Y_{I,i}$
- as exportações $Y_{E,i}$

$$Y = Y_F + Y_C + Y_I + Y_E \quad (41)$$

Z é o valor agregado do produto, isto é, representa os custos suportados pelos diversos ramos na produção de um determinado produto i , que não os relativos a matérias-primas domésticas, nem a mão-de-obra, designadamente:

- importações $Z_{I,i}$
- impostos e subsídios (que são considerados como um custo negativo), $Z_{G,i}$
- margens comerciais e de transporte $Z_{M,i}$

$$Z = Z_I + Z_G + Z_M \quad (42)$$

W é o vector linha da componente do VAB dos ramos de actividade j . Neste caso, o rendimento das famílias ($W_{F,j}$) foi separado do Excedente de Exploração Bruto, W_o , duas componentes do VAB, de forma a isolar o rendimento das famílias, criando condições ao modelo para permitir a endogeneização das mesmas.

$$W = W_F + W_O \quad (43)$$

3.6.2 Deflação

Para que seja possível a comparação entre valores monetários (ou indicadores calculados com base nestes) de diferentes anos, é essencial que as unidades de valor utilizadas sejam (rigorosamente) as mesmas. No entanto, ao longo do tempo qualquer moeda vai variando o seu valor.

A inflação corresponde a um aumento generalizado do nível dos preços: diminuição da capacidade aquisitiva, isto é, diminuição do valor do dinheiro. É pois necessário calcular índices que relacionem o valor do euro entre os diferentes anos, usualmente chamados de deflactores.

A existência da informação a preços do ano anterior é essencial dado que permite o cálculo de índices de deflação específicos para cada valor das matrizes. Considerando-se que a inflação não actua uniformemente nos diversos produtos e ramos, é importante ter informação específica para cada produto em cada ramo (que o produz ou que o consome).

Assim, para cada ano é calculado o índice específico para cada par produto / ramo ou ramo / produto, e a multiplicação cumulativa dos diversos índices permite a obtenção do índice a aplicar para a obtenção da deflação pretendida. Neste caso, optou-se por utilizar, como ano de referência, o de 2006.

Estes índices ($f_{t-1,t}$) são calculados da seguinte forma:

$$f_{t-1,t} = \frac{P_t}{P_{t-1}} \quad [\text{preços de } t / \text{preços de } t-1] \quad (44)$$

Os preços são depois calculados de forma sequencial. Por exemplo, a deflação dos dados de 2004 foi feita da seguinte forma:

$$p_{2006}(i, j) = p_{2004}(i, j) * f_{2004,2005}(i, j) * f_{2005,2006}(i, j) \quad (45)$$

No entanto este método apresenta duas fragilidades:

- i) a aplicação dos diversos índices à matriz faz com que a soma em linha e em coluna seja superior aos totais;
- ii) a estrutura da contabilidade nacional altera-se ao longo dos anos, pelo que não existem índices para todos os pontos (i,j) necessários na década em estudo.

Os problemas foram ultrapassados da seguinte forma:

- i) aplicação do método *RAS modificado*, que consiste num ‘procedimento iterativo que ajusta os valores das linhas e colunas proporcionalmente aos totais das mesmas. Encontra um novo conjunto de valores para as células, a partir dos valores pré-existentes, de forma a tornar a soma das colunas e linhas consistente com os respectivos valores totais das mesmas, os quais devem ser conhecidos a priori’ (Fochezatto e Curzel, 2002), e que neste caso correspondem ao vector Q e X deflacionados.

Existem diferentes maneiras de ponderar uma matriz, quer recorrendo a algoritmos escalares, tais como o RAS, quer aplicando algoritmos de optimização. O método RAS apresenta melhores resultados nos casos em que há informações actualizadas sobre os totais das linhas/colunas da matriz (Martins, 2004, Fochezatto e Curzel, 2002, Lopes, 2008).

O método *RAS modificado* foi aplicado recorrendo a um programa informático em *FORTRAN*, desenvolvido especialmente para este fim pelo Prof. Doutor José Manuel Martins, de forma a simplificar o processo (nesta tese, mas também em estudos futuros). A redistribuição iterativa dos excedentes em linha e em coluna é seguida do cálculo do erro total da matriz no final de cada iteração, repetindo-se este processo até o erro estabilizar, tendo-se como saída do programa a matriz com menor erro.

- ii) substituição do índice específico pelo índice global do produto em causa, considerando que esse índice é representativo da mudança de valor do bem ou serviço, produzido nos diversos ramos.

3.6.3 Passagem da matriz *Use* a preços de produção

O objectivo deste passo é transformar as matrizes *Make* e *Use* na mesma base (preços de produção ou de base), retirando todas as componentes que possam distorcer os multiplicadores, nomeadamente, os impostos, os subsídios, as margens comerciais e as margens de transporte que, apesar de fazerem parte dos fluxos monetários em análise, não estão associados a custos de produção.

Impostos

A componente mais importante na conversão entre preços básicos e preços de aquisição é o Imposto sobre o Valor Acrescentado (IVA), dado que este é aplicado diferenciadamente entre os diferentes produtos, pelo que distorce os multiplicadores, enquanto que nas restantes componentes existem em igual proporção nos diferentes pontos das matriz *Use*, pelo que introduzem um menor erro na leitura dos multiplicadores.

Mais uma vez, o problema consistiu na ausência de dados. Apenas foi possível ter acesso à matriz de IVA do ano 1999 (Martins *et al.*, 2005) e 2005 (Dias, 2008). Optou-se por utilizar as matrizes de balanço líquido dos impostos e subsídios disponibilizadas pelo DPP em (Dias, 2008, Lopes, 2007, Lopes, 2008, Martins, 2004) para todos os anos em estudo, com excepção do ano de 2006, e a partir daí construir coeficientes que traduzissem a importância relativa do factor Estado em cada produto produzido (em linha).

A informação disponível corresponde a matrizes simétricas construídas pelo DPP, pelo que se considerou que a aproximação entre as matrizes simétricas do balanço entre os impostos e os subsídios pagos na produção de um determinado bem ou serviço, e as matrizes *Use* do modelo rectangular não se iria traduzir num erro muito significativo.

A metodologia seguida foi a seguinte:

- *construção de índices* ($b_{ij,t}$) que traduzem a distribuição dos impostos líquidos pagos pelo ramo i pelos produtos adquiridos pelos diferentes ramos j no ano t .

Isto foi feito para todos os anos entre 1996 e 2005 (para 2006 a informação ainda não estava disponível). Os dados originais do DPP estão em preços de 1999, com excepção dos dados de 2005, que estão em preços correntes.

$$b_{ij,t} = \frac{il_{ij,t,t^*}^{DPP}}{il_{i,t,t^*}^{DPP}} \quad (46)$$

il_{ij,t,t^*} - impostos líquidos aplicados aos produtos i , adquiridos pelo ramo j , ano t , a preços do ano t^*

il_{i,t,t^*} - impostos líquidos aplicados aos produtos i , ano t , a preços do ano t^*

- *análise da coerência entre os totais do balanço de impostos e subsídios pelo DPP e EUROSTAT*

Como a deflação foi feita para anos diferentes, era expectável que existissem diferenças. Porém, e tendo em consideração que o método de deflação utilizado foi similar, considerou-se que não se justificava que se fizesse a conversão para preços de 2006 (a base adoptada neste estudo).

- *construção da matriz de impostos líquidos*

$$il_{ij,t,2006} = il_{i,t,2006} \cdot b_{ij,t} \quad (47)$$

Para o ano de 2006, utilizaram-se os coeficientes calculados para o ano de 2005.

- *cálculo da nova matriz Use*, por subtracção da matriz de impostos líquidos.

Margens comerciais e de transporte

Dada a dificuldade em saber qual a distribuição da componente negativa das margens comerciais (linha da matriz *Make*) pelos três ramos do comércio⁸, não foi possível retirar as margens comerciais, de forma similar ao realizado no que concerne aos impostos líquidos (o DPP também tem publicadas as matrizes simétricas da distribuição das margens).

No entanto, a presença das margens comerciais no 'exterior' da matriz levaria a que o efeito multiplicador dos sectores de comércio fosse claramente subvalorizado. Foi encontrada uma solução alternativa: considerar que o peso das margens comerciais e de transporte se distribuíam uniformemente pelos três sectores comerciais e dois sectores de transporte⁹, proporcionalmente ao valor total das margens desse sector.

⁸ Sectores 50 – Comércio, manutenção e reparação de veículos automóveis e motociclos; comércio a retalho de combustíveis para veículos, 51 – Comércio por grosso e agentes do comércio, excepto de veículos automóveis e de motociclos e 52 – Comércio a retalho (excepto de veículos automóveis, motociclos e combustíveis para veículos); reparação de bens pessoais e domésticos.

⁹ 60 - Transportes terrestres; transportes por oleodutos ou gasodutos e 61 - Transportes por água.

	Produtos (i, 1 a 59)	Ramos (j, 1 a 59)					
Produtos (i, 1 a 59)		Matriz Use ou de Empregos U (u_{ij})	Consumo final $Y_{F,i}$	Consumo final $Y_{C,i}$	FBC $Y_{I,i}$	Exportações $Y_{E,i}$	Total de Recursos Q_i
	Margens comerciais $Z_{MI,i}$						
	Margens de transporte $Z_{MII,i}$						
Ramos (j, 1 a 59)	Matriz Make ou de Recursos M (m_{ji})						Total de Empregos X_j
	Importações $Z_{I,i}$						
		Impostos – Subsídios $Z_{G,i}$					
		Rendimento das Famílias $W_{F,j}$					
		Excedente Bruto de Exploração $W_{T-F,j}$					
	Total de Recursos Q_i	Total de Empregos X_j					

Figura 3.9 Quadro de transacções adoptado

3.6.4 Cálculo dos coeficientes técnicos e da matriz inversa

O processo de cálculo dos coeficientes técnicos e da matriz inversa descrito no ponto 3.3 foi traduzido num programa informático, em *FORTTRAN*, o que permitiu automatizar os cálculos, diminuindo o tempo de processamento e aumentando a fiabilidade dos resultados¹⁰.

Os principais passos do programa correspondem à:

- i) leitura dos dados - a construção dos dados de entrada, a partir do formato EUROSTAT, é muito simples;
- ii) verificação da coerência dos dados (e.g. $X_i = X'_i$);
- iii) cálculos preliminares e inversão da matriz completa;
- iv) disponibilização dos resultados: matriz original, matriz de coeficientes técnicos, matriz $(I-A)$, matriz equivalente à de Leontief.

O objectivo deste programa informático é, não só processar os dados deste estudo, mas também ser utilizado em trabalhos futuros, pelo que se pretendeu dotá-lo de flexibilidade no que diz respeito aos dados de entrada (nível de desagregação e número de variáveis de entrada) e ao próprio processo de cálculo (é dada opção de escolha relativamente à adopção do modelo fechado ou aberto).

¹⁰ O programa inclui também um conjunto de testes que garantem a coerência dos dados de entrada.

3.6.5 Cálculo dos coeficientes e multiplicadores de emissão de GEE

Os dados relativos às emissões de GEE, entre 1996 e 2006, desagregados a 59 ramos, foram disponibilizados pelo INE. No entanto, relativamente à fiabilidade dos dados é de salientar que:

- os dados apenas são relativos a três GEE: o dióxido de carbono, o metano e o óxido nitroso;
- a conversão para $\text{CO}_{2,\text{eq.}}$ foi feita recorrendo a valores de PAG que não são os presentemente aconselhados pelo IPCC (correspondem a valores desactualizados, 21 para o metano, 310 para o óxido nitroso);
- não incluem as emissões (ou retenções) associadas ao uso do solo, alterações de uso do solo e florestas (LULUCF).

A análise dos dados apresentados por Portugal à UNFCCC permitiu detectar que os valores do INE são superiores aos valores oficiais, e que apresentam um erro médio positivo de 1,85%. Apesar do grau de fiabilidade ser superior ao dos dados do INE, não foi possível recorrer a esta informação neste estudo, dado o grau de desagregação utilizado não ter correspondência directa com a classificação de actividades económicas.

Com base nas matrizes inversas e nos coeficientes técnicos de emissão de GEE foram obtidos os coeficientes técnicos (equação 34), e a matriz inversa (equação 36) para todos os anos do período de análise.

$$E_j = \frac{P_j}{X_j} \quad (34)$$

$$P = [D \cdot (I - D \cdot B)^{-1} \cdot \hat{E}] \cdot Y \quad (36)$$

Posteriormente, foram calculados os efeitos totais, para o modelo aberto e fechado e, posteriormente, os multiplicadores simples e totais.

modelo aberto

$$ET_i = \sum_{j=1}^n p_{ij} \quad (37)$$

$$O_{A,i} = \frac{ET_i}{E_j} \quad (38)$$

modelo fechado

$$ET_{Ti} = \sum_{j=1}^{n+1} p_{ij} \quad (39)$$

$$ET_{Ti} = \sum_{j=1}^{n+1} p'_{ij} \quad (40)$$

Os efeitos indirectos foram calculados assumindo como efeito directo o correspondente coeficiente técnico.

$$\text{efeito indirecto} = ET_i - E_j \quad (48)$$

Enquanto que os efeitos induzidos foram calculados através da diferença entre os efeitos totais no modelo fechado e no modelo aberto.

$$\text{efeito induzido} = ET_{Ti} - ET_i \quad (49)$$

Indicadores semelhantes poderiam ter sido calculados separadamente para diferentes GEE: dióxido de carbono, metano e óxido nitroso, mas foi considerado que essa análise ficaria para além do âmbito desta tese. Uma análise preliminar foi realizada quanto ao dióxido de carbono, mas não houve oportunidade para explorar esses resultados.

O estudo realizado sobre a metodologia *input-output* permitiu concluir que esta se adequava ao estudo das emissões de GEE e, mais concretamente, à monitorização das emissões sectoriais e à avaliação do impacto e eficácia das políticas e estratégias, dirigida às alterações climáticas ou a outras temáticas.

Tem como grande vantagem a apresentação de valores específicos para cada sector económico considerado, o que lhe confere grande flexibilidade, permitindo análise de âmbito macro (3 sectores no mínimo) e micro (a 59 ou mais sectores, dependendo apenas do grau de detalhe da informação base).

Interessa ainda ressaltar que a maioria dos problemas decorrentes da aplicação desta metodologia estão associados à qualidade dos dados de entrada e ao seu ajuste às necessidades do estudo, e não à metodologia em si.

4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A aplicação da metodologia descrita no ponto 3.6 deu origem a um volume de informação que, apesar da sua relevância, não permite que seja aqui apresentado de forma exaustiva, atendendo ao nível de desagregação do sistema económico (59 ramos de actividade) e à extensão da série temporal (11 anos). Os resultados obtidos permitem diversos tipos de análises, quer de foro meramente económico, quer relativamente às emissões de GEE. Pode-se também afirmar que seria relativamente simples ajustar a metodologia desenvolvida de forma a analisar a evolução de outros parâmetros ambientais.

Atendendo ao âmbito do presente trabalho, considerou-se que não haveria lugar para explorar todo o potencial dos resultados obtidos.

A estratégia adoptada passou pela análise dos principais parâmetros alcançados, tanto pela utilização do modelo *input-output* rectangular, como pela aplicação do mesmo ao estudo da emissão de GEE, para o ano de 2006, como forma de exemplificar a tipologia de dados de saída deste modelo. Foi ainda calculada a taxa de variação destes parâmetros para o período em estudo.

Esta análise preliminar permitiu a identificação dos sectores mais relevantes no que concerne ao impacto nas emissões nacionais, mas também aos ramos onde se verificaram alterações mais notórias na intensidade de emissão.

Após a escolha dos sectores mais relevantes, foi realizado um exame mais detalhado dos dados obtidos para todos os anos, com o objectivo de identificar tendências ao nível do comportamento dos ramos, e logo do sistema económico no que respeita à emissão de GEE.

4.1 Análise dos resultados do modelo *input-output* ¹¹

Os parâmetros considerados como mais relevantes neste campo foram: o coeficiente técnico, o multiplicador simples de produção (tipo I) e o multiplicador total de produção (tipo II) (*vide* tabela 4.1).

Os coeficientes técnicos apresentados pertencem ao 3º quadrante da matriz de entradas e saídas. Representam quanto um determinado ramo económico é responsável pela produção do seu principal produto, isto é, o efeito directo que o ramo sofre do aumento de uma unidade da procura do seu produto primário.

¹¹ As designações dos ramos económicos utilizadas no capítulo 4 foram encurtadas a partir da designação oficial do código de actividade económica (CAE) de forma a aumentar a legibilidade dos quadros e gráficos apresentados. A designação completa encontra-se no anexo II., com o respectivo código.

Tabela 4.1 Efeitos directos, multiplicadores simples e totais de produção de 2006, a preços constante de 2006, e respectivas taxas de variação entre 1996 e 2006

Ramo CAE	Efeitos directos coeficientes técnicos		Multiplicadores Simples tipo I		Multiplicadores Totais tipo II	
	€ produzidos no ramo / € produzido por produto	taxa de variação 1996-2006	€ produzidos na economia / € consumido por produto	taxa de variação 1996-2006	€ produzidos na economia / € consumido por produto	taxa de variação 1996-2006
01 Agricultura, produção animal e caça	0.640	1.1%	1.407	0.3%	3.615	2.1%
02 Silvicultura, exploração florestal	0.706	4.0%	1.088	19.0%	3.811	21.2%
05 Pesca e aquacultura	0.373	-32.5%	1.359	-0.9%	3.762	-0.7%
10 Extracção de hulha, linhite e turfa	0.000	-100.0%	0.008	-93.7%	0.020	-93.0%
11 Extracção de petróleo bruto e gás natural	0.000	0.0%	0.000	-	0.000	-
12 Extracção de minérios de urânio e de tório	0.000	-100.0%	0.000	-100.0%	0.000	-100.0%
13 Extracção e preparação de minérios metálicos	0.979	8.6%	1.297	15.4%	1.966	-4.9%
14 Outras indústrias extractivas	0.795	18.7%	1.674	12.6%	3.534	14.2%
15 Indústrias alimentares e das bebidas	0.532	-11.6%	1.615	-4.3%	3.480	-1.1%
16 Indústria do tabaco	0.485	27.8%	1.534	11.9%	3.448	11.5%
17 Fabricação de têxteis	0.588	-11.0%	1.390	-4.1%	3.077	-4.7%
18 Indústria do vestuário	0.515	-28.5%	1.608	-10.6%	3.713	-4.9%
19 Indústria de peles sem pêlo; calçado	0.582	-21.0%	1.471	-10.8%	3.338	-6.9%
20 Indústrias da madeira e da cortiça	0.770	-10.5%	1.835	4.6%	3.988	4.3%
21 Fabricação de pasta, papel, cartão	0.595	-5.7%	1.382	-14.7%	2.747	-7.8%
22 Edição e impressão	0.704	-9.7%	1.607	-4.2%	3.611	-1.7%
23 Fabricação de coque, refinação, comb. nuclear	0.613	12.6%	1.045	-11.6%	1.712	-18.1%
24 Fabricação de químicos e fibras	0.308	-30.5%	1.044	-9.4%	2.198	-2.5%
25 Fabric. artigos de borracha e mat. plásticas	0.528	-0.7%	1.305	-3.0%	2.665	0.0%
26 Fabric. outros produtos minerais não metálicos	0.758	-9.5%	1.679	-1.1%	3.435	5.1%
27 Indústrias metalúrgicas de base	0.338	-9.9%	0.749	-7.4%	1.357	-13.7%
28 Fabric. prod. metálicos exc. máquin. e equip.	0.684	2.1%	1.486	8.4%	3.154	13.2%
29 Fabricação de máquinas e de equipamentos	0.390	2.8%	0.984	-2.7%	2.180	8.1%
30 Fabr. máq. escritório, equip. p. trata. autom. infor.	0.060	-72.0%	0.881	41.1%	1.911	45.8%
31 Fabric. máquinas e aparelhos eléctricos	0.504	-14.7%	1.123	-4.5%	2.286	-6.7%
32 Fabric. equip. e aparelhos rádio, telev. e comu.	0.398	-0.8%	0.903	-11.7%	1.632	-9.4%
33 Fabr. instru. médicos, precisão, óptica, relojoa.	0.267	-17.0%	0.856	0.9%	1.941	5.2%
34 Fabric. veículos automóveis e reboques	0.390	1.0%	0.887	3.8%	1.643	12.4%
35 Fabricação de outro material de transporte	0.417	-43.4%	0.985	-16.8%	2.335	-12.3%
36 Fabric. mobiliário; outras indús. transformadoras	0.508	-12.6%	1.487	-5.7%	3.377	-3.7%
37 Reciclagem	0.732	-26.7%	1.837	20.7%	3.470	23.6%
40 Produção e distribuição de electricidade e gás	0.966	5.7%	2.001	13.0%	2.918	11.6%
41 Captação, tratamento e distribuição de água	0.849	0.0%	1.596	10.8%	3.629	8.6%
45 Construção	0.966	-2.7%	2.099	6.0%	4.657	4.8%
50 Comércio, manuten. repara. veíc. auto.; combust.	0.930	-6.9%	1.572	10.5%	4.292	8.7%
51 Comércio grosso e agentes comér. excep. 50	0.835	-14.3%	1.714	-0.3%	4.377	15.1%
52 Comércio retalho; reparaç. bens pesso. domés.	0.949	-5.0%	1.674	6.2%	4.555	9.6%
55 Alojamento e restauração	0.953	1.4%	1.716	-3.0%	4.360	4.6%
60 Transp. terrestres; transportes por pipelines	0.996	2.3%	1.691	20.3%	3.890	11.4%
61 Transportes por água	0.946	10.4%	1.766	21.1%	3.109	17.3%
62 Transportes aéreos	0.783	1.8%	1.628	8.7%	3.318	22.9%
63 Activid. anex. e auxi. transp.; agênc. viagem turis.	0.880	-6.9%	1.461	-6.9%	3.374	-4.9%
64 Correios e telecomunicações	0.950	-0.3%	1.657	7.1%	3.102	-0.2%
65 Interm. financ., exc. seguros e fundos pensões	0.941	1.2%	1.382	-5.1%	3.207	-4.4%
66 Seguros e fundos de pensões	0.952	-1.2%	1.437	-0.5%	2.810	-23.3%
67 Actividades auxiliares de interm. financeira	0.853	-8.2%	1.408	9.9%	3.345	4.1%
70 Actividades imobiliárias	0.930	0.6%	1.404	0.9%	4.545	3.7%
71 Aluguer máq. e equip. e bens pesso. e domést.	0.756	-7.7%	1.493	22.9%	3.021	40.7%
72 Actividades informáticas e conexas	0.883	7.9%	1.470	12.3%	3.816	13.8%
73 Investigação e desenvolvimento	0.949	72.2%	1.339	-14.6%	2.192	-42.6%
74 Outras act. serv. prest. principal. às empresas	0.663	-7.0%	1.657	1.9%	4.063	10.1%
75 Administração pública, defesa e seg. social	1.000	0.1%	1.339	6.0%	4.328	6.8%
80 Educação	0.999	-0.1%	1.184	-0.4%	4.978	7.9%
85 Saúde e acção social	0.997	0.0%	1.516	7.1%	4.320	5.8%
90 Saneamento e higiene pública	0.769	17.5%	1.562	10.5%	3.637	6.7%
91 Actividades associativas diversas, n.e.	1.000	0.0%	2.130	0.0%	4.066	-3.3%
92 Actividades recreativas, culturais e desportivas	0.856	-6.2%	1.566	5.4%	3.711	-1.8%
93 Outras actividades de serviços	0.974	-0.5%	1.478	0.9%	4.596	6.2%
95 Famílias com empregados domésticos	0.999	-0.1%	0.999	-0.1%	5.131	1.1%
Famílias					4.134	1%

Foi possível averiguar que valores baixos de coeficientes técnicos traduzem a dispersão da produção para outros ramos, fundamentalmente para as importações. Tal como se verifica no sector 11, relativo à *extracção de petróleo bruto e gás natural*, em que toda a produção é da responsabilidade dos fornecedores estrangeiros (coeficiente técnico - 0).

Existem também outros casos em que um baixo coeficiente técnico pode reflectir apenas as elevadas taxas comerciais aplicadas. É o caso do sector das pescas, em que as margens comerciais e de transporte representam perto de 49%¹².

Este tipo de análise permite a identificação dos produtos que apenas são produzidos por um sector de actividade económica nacional, e onde as margens comerciais e de transporte representam uma fracção vestigial, que tipicamente correspondem a serviços maioritariamente públicos ou com forte intervenção estatal, tais com a *educação* e, naturalmente, a *administração pública*.

A análise da taxa de variação dos efeitos directos permite compreender se o ramo em questão manteve ou não a sua importância relativa na economia, perante os outros fornecedores (nacionais ou não), assim como a variação da importância das margens comerciais e de transporte aplicadas.

Por exemplo, no sector 30, *fabrico de máquinas de escritório e de equipamento para o tratamento automático da informação*, o decréscimo de 72% pode ser explicado por uma maior dispersão da produção (cerca de 28%). Já no sector da *investigação e desenvolvimento* assiste-se a uma evolução contrária, que é fundamentalmente explicada pela diminuição do peso das importações¹².

Na observação das taxas de variação é necessário atender ao facto de que os valores muito elevados frequentemente não se referem a alterações relevantes a nível absoluto, mas sim ao facto do valor inicial ser muito reduzido (por exemplo, *vide* tabela 4.1, ramo 12, *extracção de minérios de urânio e de tório*, actividade essa que deixou de existir em território nacional entre 1996 e 2006).

Os multiplicadores de tipo I e tipo II traduzem o impacto que o aumento da procura de um determinado produto tem na economia, isto é, são indicativos do grau de propagação que o efeito da variação na procura de um determinado produto tem na economia, considerando (tipo II) ou não (tipo I) o efeito adicional que o consumo final das famílias tem na potenciação deste efeito.

Quanto aos multiplicadores simples de 2006, destacam-se duas actividades: *construção e produção e distribuição de electricidade e gás*, a primeira devido ao grande entrosamento que a cadeia produtiva tem num grande número de sectores, pelo que o aumento de procura provoca acréscimos de produção directos e indirectos em diversos sectores. No que concerne ao sector energético, e atendendo a que as matérias-primas oriundas no próprio sector têm grande importância, o multiplicador simples traduz o impacto sentido no próprio sector. Isto é, o aumento da procura no sector energético,

¹² A informação relativa às margens comerciais e de transporte, impostos e estrutura produtiva mencionada consta da tabela *input-output* do ano de 2006, elaborada no âmbito desta tese.

para além ser responsável por um efeito directo de 0,966 euros produzidos no ramo por euro consumido, vai originar indirectamente um maior consumo dos produtos energéticos.

Outro factor relevante é o peso das componentes da produção que são representadas nas margens da matriz *input-output*, como as importações, que leva a que o valor dos multiplicadores diminua. Exemplo disso é o sector automóvel, onde o multiplicador simples não atinge a unidade.

A endogeneização das famílias faz com que os multiplicadores assumam outra ordem de grandeza. Neste parâmetro, os ramos que apresentam valores mais elevados são: a *educação*, a *construção* (abordado anteriormente), e os serviços de comércio. No primeiro caso, este multiplicador traduz a importância da *educação* enquanto sector empregador, dado que o aumento do consumo dos serviços de *educação* origina maiores rendimentos de trabalho, que são utilizados promovendo o consumo noutros ramos. Quanto aos sectores de comércio, apresentam elevados multiplicadores dado que dependem de uma vasta cadeia produtiva, o que leva a que qualquer alteração na procura dos respectivos produtos aumente a procura em muitos outros sectores, propagando o efeito dessa alteração.

4.2 Análise dos resultados relativos às emissões de GEE

A primeira componente da análise consistiu em identificar quais os sectores com maiores emissões, com base nos dados estatísticos das emissões de GEE recolhidos junto do INE. Em princípio, estes serão os ramos de actividade mais sensíveis às políticas de alterações climáticas, e possivelmente alvo de medidas sectoriais específicas, pelo que serão estudados em maior detalhe, a fim de detectar a existência de consequências da mudança de enquadramento político e legislativo.

Naturalmente, é possível que um sector com baixas emissões directas seja gerador indirecto de uma porção significativa de emissões de GEE, pelo que mereceria uma maior atenção, na construção de futuras políticas. Esta abordagem será explorada noutro âmbito.

Posteriormente, passa-se à análise do comportamento destes mesmos sectores no que respeita os parâmetros obtidos através da metodologia *input-output*, relativos às emissões de GEE: coeficientes técnicos, efeitos directos e totais, e multiplicadores simples e totais.

Os sectores com maior relevância nas emissões nacionais em 2006 foram¹³:

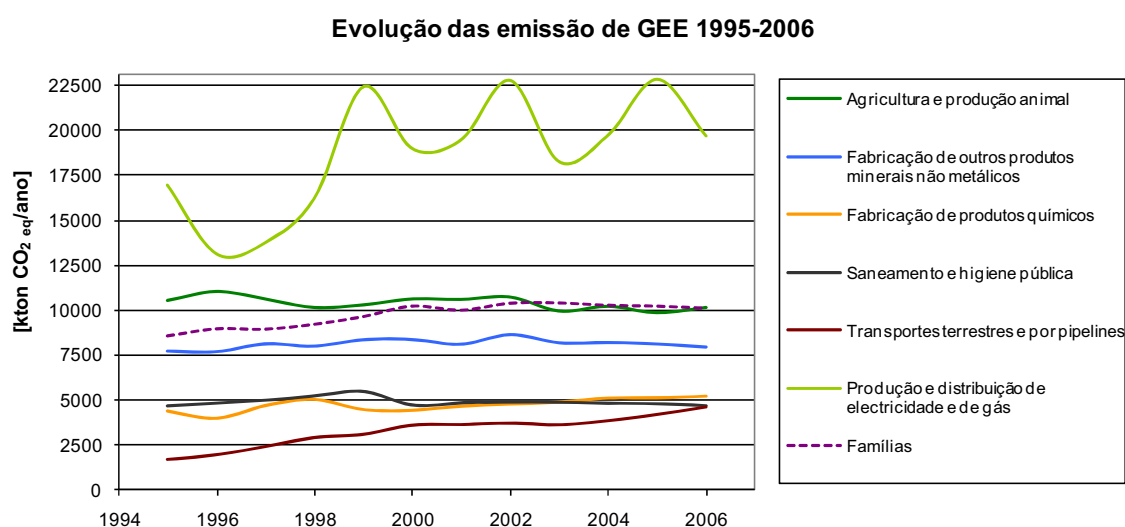
- os grandes consumidores de energia industriais: *produção de electricidade, fabrico de produtos minerais não metálicos, e fabrico de produtos químicos* (estes últimos com comportamentos similares);

¹³ Informação mais detalhada sobre as emissões de GEE dos diversos sectores de actividade económica pode ser encontrada no anexo IV.

- a *agricultura e pecuária*, e o *saneamento e higiene pública*, ambos devido às emissões de GEE originadas na matéria orgânica e não nos combustíveis fósseis, apesar do segundo ter também um consumo energético bastante significativo;
- o sector dos *transportes terrestres*; e
- as *famílias*, o segundo maior consumidor de energia.

A identificação dos sectores com maiores emissões foi seguida pela averiguação quanto à existência de tendências de evolução das mesmas (figura 4.1).

É possível constatar que, como seria de esperar, a produção de electricidade é a actividade que mais GEE emite. A grande variabilidade temporal pode maioritariamente ser explicada devido à componente renovável hídrica da produção de electricidade, que depende do regime de precipitação, pelo que a existência de uma tendência evolutiva não é clara.



Fonte: INE – dados fornecidos após solicitação

Figura 4.1 Variação das emissões de GEE, entre 1995 e 2006, nos seis sectores de actividade económica com maior valor absoluto de emissões, e nas famílias

A maioria dos sectores industriais apresenta ligeiros aumentos nas emissões totais, enquanto que o sector *famílias* apresenta também uma ligeira subida, de maior relevância. No entanto, é o ramo dos *transportes terrestres* o único que apresenta variações anuais positivas constantes, que resultam no maior acréscimo dos sectores analisados.

Em 2006, o sector do *saneamento e higiene pública* conseguiu manter a quantidade de emissões que apresentava em 1996, o que é muito significativo atendendo à expansão da sua actividade durante este período (a produção aumentou cerca de 2,5 vezes)¹⁴, e demonstrador da eficácia das medidas implementadas no sector. A *agricultura e produção animal* foi a única das seis actividades económicas que conseguiu diminuir as

¹⁴ Informação mais detalhada sobre a produção dos bens e serviços entre 1996 e 2006 pode ser encontrada no anexo III.

suas emissões de GEE, acredita-se que devido à mudança das práticas de gestão (mesmo com um aumento de 18% da produção de bens e serviços agrícolas e pecuários)¹³.

É fácil compreender que a simples análise das emissões absolutas dos sectores não é suficiente para avaliar quanto à existência ou não de tendências de evolução, dado que a variação das emissões pode tão somente indicar a variação da produção. Este indicador também não permite tirar conclusões sobre a eficiência carbónica das actividades, dado que não permite avaliar quanto é que foi emitido perante uma determinada produção. É necessário encontrar outros indicadores.

A razão entre as emissões de um ramo e a respectiva produção (coeficiente técnico de emissões E_j) é um desses indicadores, que nos permite aferir quanto ao efeito directo que a produção de uma unidade monetária de um certo produto tem quanto às emissões de GEE.

No entanto, para que seja possível compreender qual o impacto da aquisição de um determinado produto nas emissões nacionais, seria necessário englobar na análise as emissões a jusante na totalidade da cadeia produtiva. A metodologia *input-output* permite o cálculo deste parâmetro, que é designado por 'efeito total'.

As interligações dos diferentes ramos são evidenciadas através dos multiplicadores, que permitem compreender a ordem de grandeza das emissões originadas pelo processo produtivo em função das emissões directamente originadas pelos ramos responsáveis pelo bem ou serviço em questão.

O panorama global dos diversos sectores é apresentado nas tabelas 4.2 e 4.3, relativamente aos principais parâmetros do modelo *input-output*, aberto e considerando o impacto das famílias.

Efeitos directos nas emissões de GEE

Tal como esperado, é possível observar claras disparidades quanto ao efeito directo que o consumo dos diversos bens e serviços tem nas emissões de GEE (tabela 4.2).

O *saneamento e higiene pública* (que engloba quer o saneamento de águas residuais como a recolha de resíduos urbanos) apresenta o valor mais elevado, 4,6 kg CO₂.(€ consumido)⁻¹. A leitura deste número deverá ter em consideração que existem elevadas emissões naturalmente associadas a esta actividade, acrescidas das utilizadas na deslocação quer das águas residuais quer dos resíduos, e também que este sector ainda está a passar por uma fase de amadurecimento no mercado, o que se reflecte no seu nível de produção.

Todas as actividades de serviços e mesmo as industriais, com menores necessidades de energia, apresentam efeitos directos muito reduzidos, demonstrando-se que o factor fundamental nesta seriação é a utilização de combustíveis fósseis, com excepção da *agricultura e pecuária* e do *saneamento e higiene pública*.

Tabela 4.2 Efeitos directos e totais ao nível das emissões de GEE originadas pelo consumo dos diversos produtos em 2006, e respectivas taxas de variação entre 1996 e 2006

Ramo CAE	Efeitos directos coeficientes técnicos		Efeitos totais tipo I		Efeitos totais tipo II	
	kg CO2 eq. / € produzido	taxa de variação 1996- 2006	kg CO2 eq. / € produzido	taxa de variação 1996- 2006	kg CO2 eq. / € produzido	taxa de variação 1996- 2006
01 Agricultura, produção animal e caça	1.120	-22.5%	0.980	-14.5%	1.368	-13.0%
02 Silvicultura, exploração florestal	0.079	-38.4%	0.131	-6.1%	0.609	4.4%
05 Pesca e aquacultura	0.202	-32.7%	0.249	-20.5%	0.671	-15.5%
10 Extracção de hulha, linhite e turfa	0.000	-	0.001	-92.7%	0.003	-93.2%
11 Extracção de petróleo bruto e gás natural	0.000	0.0%	0.000	-	0.000	-
12 Extracção de minérios de urânio e de tório	0.000	-	0.000	-100.0%	0.000	-100.0%
13 Extracção e prepara. de minérios metálicos	0.075	49.6%	0.276	64.3%	0.394	10.7%
14 Outras indústrias extractivas	0.678	189.2%	0.930	131.5%	1.257	74.1%
15 Indústrias alimentares e das bebidas	0.052	-24.5%	0.388	-14.4%	0.716	-12.5%
16 Indústria do tabaco	0.001	222.3%	0.222	19.8%	0.558	5.8%
17 Fabricação de têxteis	0.145	1.7%	0.296	-6.4%	0.592	-11.6%
18 Indústria do vestuário	0.013	-37.7%	0.210	0.3%	0.579	-7.7%
19 Indústria de peles sem pêlo; calçado	0.008	-13.5%	0.149	3.3%	0.477	-9.9%
20 Indústrias da madeira e da cortiça	0.108	-67.6%	0.283	-45.5%	0.661	-29.0%
21 Fabricação de pasta, papel, cartão	0.426	-24.5%	0.510	-39.3%	0.750	-32.5%
22 Edição e impressão	0.010	7.3%	0.203	-8.9%	0.555	-10.5%
23 Fabric. coque, refinação, comb. nuclear	0.339	-33.6%	0.289	-39.2%	0.406	-38.1%
24 Fabricação de químicos e fibras	0.358	-27.8%	0.268	-29.8%	0.471	-21.7%
25 Fabric. artigos de borracha e mat. plásticas	0.038	-28.2%	0.223	-3.6%	0.462	-6.5%
26 Fabri.outros produtos minerais não metálicos	1.354	-29.5%	1.557	-27.7%	1.865	-24.4%
27 Indústrias metalúrgicas de base	0.034	-81.1%	0.155	-14.2%	0.262	-21.3%
28 Fabric. prod. metálicos exc. máquin. e equip.	0.025	-63.2%	0.188	-13.7%	0.481	-3.7%
29 Fabricação de máquinas e de equipamentos	0.036	-21.5%	0.124	-7.2%	0.334	0.1%
30 Fabri.máqu.escritório, equip p.trata.autom.infor.	0.001	88.8%	0.088	67.9%	0.269	42.3%
31 Fabric. máquinas e aparelhos eléctricos	0.002	-57.7%	0.115	0.8%	0.319	-13.1%
32 Fabric. equip. e aparelhos rádio, telev. e comu.	0.001	-36.1%	0.060	-28.0%	0.188	-21.1%
33 Fabri.instru.médicos, precisão, óptica, relójoa.	0.002	63.3%	0.099	-1.6%	0.289	-3.1%
34 Fabric. veículos automóveis e reboques	0.002	-21.8%	0.082	-4.5%	0.215	4.0%
35 Fabricação de outro material de transporte	0.003	-78.8%	0.140	26.5%	0.377	-6.9%
36 Fabric.mobiliário; outras indús.transformadoras	0.011	-16.4%	0.189	-4.9%	0.521	-10.6%
37 Reciclagem	0.072	29.8%	1.168	385.7%	1.455	193.3%
40 Produção e distribuição de electricidade e gás	1.907	-12.5%	3.157	0.6%	3.318	0.4%
41 Captação, tratamento e distribuição de água	0.046	-35.0%	0.293	33.1%	0.650	8.7%
45 Construção	0.102	14.5%	0.486	-1.0%	0.936	-4.6%
50 Comércio,manuten.repara.veic.auto.; combust.	0.021	-21.4%	0.149	21.0%	0.627	0.2%
51 Comércio grosso e agentes comér. excep.50	0.089	137.2%	0.263	9.6%	0.731	11.7%
52 Comércio retalho; reparaç. bens pesso.domést.	0.040	-15.3%	0.253	29.1%	0.759	7.1%
55 Alojamento e restauração	0.038	-2.5%	0.287	-14.6%	0.752	-7.6%
60 Transp. terrestres; transportes por pipelines	0.817	54.2%	1.054	64.4%	1.440	36.4%
61 Transportes por água	1.157	6.6%	1.294	25.5%	1.530	20.6%
62 Transportes aéreos	0.652	-10.1%	0.671	-8.0%	0.968	0.0%
63 Activid.anex.e auxi.transp.;agênc.viagem turis.	0.028	-58.3%	0.176	-22.4%	0.512	-17.4%
64 Correios e telecomunicações	0.008	-36.9%	0.088	-9.2%	0.342	-16.2%
65 Interm.financ., exc.seguros e fundos pensões	0.000	-21.5%	0.058	-35.5%	0.379	-19.1%
66 Seguros e fundos de pensões	0.004	-40.2%	0.040	-20.4%	0.281	-42.8%
67 Actividades auxiliares de interm. financeira	0.001	-	0.052	13.8%	0.393	-8.7%
70 Actividades imobiliárias	0.007	-22.0%	0.071	-30.4%	0.623	-10.6%
71 Aluguer máq.e equip.e bens pesso.e domést.	0.046	46.7%	0.168	75.0%	0.436	55.0%
72 Actividades informáticas e conexas	0.016	72.4%	0.102	15.4%	0.514	3.8%
73 Investigação e desenvolvimento	0.012	11.8%	0.100	-67.8%	0.250	-67.0%
74 Outras act.serviç.prest. principal. às empresas	0.017	-19.0%	0.160	-24.1%	0.583	-6.2%
75 Administração pública, defesa e seg.social	0.152	2.4%	0.264	9.3%	0.789	-0.9%
80 Educação	0.013	2.1%	0.074	12.3%	0.740	-0.9%
85 Saúde e acção social	0.121	13.9%	0.264	9.3%	0.789	5.7%
90 Saneamento e higiene pública	4.575	-60.1%	4.291	-43.9%	4.655	-42.1%
91 Actividades associativas diversas, n.e.	0.118	9.3%	0.455	9.2%	0.795	-4.1%
92 Actividades recreativas, culturais e desportivas	0.019	39.4%	0.153	38.6%	0.530	-6.6%
93 Outras actividades de serviços	0.058	149.0%	0.207	11.2%	0.754	-0.1%
95 Famílias com empregados domésticos	0.000	-	0.000	0.0%	0.726	-10.4%
Famílias	0.099	-18%			0.726	-10%

Tabela 4.3 Multiplicadores simples e totais de emissão de GEE em 2006, e respectivas taxas de variação entre 1996 e 2006

Ramo CAE	Multiplicadores Simples tipo I		Multiplicadores Totais tipo II	
	kg CO2 eq. produzidos na economia / kg CO2 eq. consumido no produto	taxa de variação 1996-2006	kg CO2 eq. produzidos na economia / kg CO2 eq. consumido no produto	taxa de variação 1996-2006
01 Agricultura, produção animal e caça	0.875	10.3%	1.221	12.3%
02 Silvicultura, exploração florestal	1.657	52.4%	7.695	69.5%
05 Pesca e aquacultura	1.234	18.1%	3.323	25.5%
10 Extracção de hulha, linhite e turfa	-	-	-	-
11 Extracção de petróleo bruto e gás natural	-	-	-	-
12 Extracção de minérios de urânio e de tório	-	-	-	-
13 Extracção e preparação de minérios metálicos	3.704	9.8%	5.280	-26.0%
14 Outras indústrias extractivas	1.372	-19.9%	1.854	-39.8%
15 Indústrias alimentares e das bebidas	7.484	13.3%	13.796	15.9%
16 Indústria do tabaco	205.940	-62.8%	518.283	-67.2%
17 Fabricação de têxteis	2.045	-7.9%	4.092	-13.0%
18 Indústria do vestuário	15.854	61.1%	43.783	48.2%
19 Indústria de peles sem pêlo; calçado	18.398	19.5%	58.871	4.2%
20 Indústrias da madeira e da cortiça	2.625	68.4%	6.130	119.4%
21 Fabricação de pasta, papel, cartão	1.198	-19.6%	1.762	-10.5%
22 Edição e impressão	19.776	-15.1%	54.056	-16.6%
23 Fabricação de coque, refinação, comb. nuclear	0.853	-8.4%	1.199	-6.8%
24 Fabricação de químicos e fibras	0.750	-2.8%	1.316	8.4%
25 Fabric. artigos de borracha e mat. plásticas	5.787	34.3%	11.998	30.2%
26 Fabric.outros produtos minerais não metálicos	1.150	2.4%	1.378	7.2%
27 Indústrias metalúrgicas de base	4.562	352.9%	7.699	315.4%
28 Fabric. prod. metálicos exc. máquin. e equip.	7.537	134.3%	19.257	161.6%
29 Fabricação de máquinas e de equipamentos	3.417	18.2%	9.223	27.5%
30 Fabri.máqu.escritório, equip p.trata.autom.infor.	161.015	-11.1%	492.694	-24.6%
31 Fabric. máquinas e aparelhos eléctricos	73.104	138.2%	203.009	105.5%
32 Fabric. equip. e aparelhos rádio, telev. e comu.	51.157	12.7%	159.809	23.5%
33 Fabri.instru.médicos, precisão, óptica, relójoa.	47.050	-39.7%	137.829	-40.6%
34 Fabric. veículos automóveis e reboques	49.136	22.1%	128.566	32.9%
35 Fabricação de outro material de transporte	55.292	497.3%	148.916	339.7%
36 Fabric.mobiliário; outras indús.transformadoras	16.992	13.7%	46.836	7.0%
37 Reciclagem	16.239	274.2%	20.228	126.0%
40 Produção e distribuição de electricidade e gás	1.655	15.0%	1.740	14.7%
41 Captação, tratamento e distribuição de água	6.382	104.8%	14.153	67.3%
45 Construção	4.771	-13.5%	9.179	-16.7%
50 Comércio,manuten.repara.veic.auto.; combust.	7.214	54.0%	30.388	27.5%
51 Comércio grosso e agentes comér. excep.50	2.944	-53.8%	8.178	-52.9%
52 Comércio retalho; reparaç. bens pesso.domést.	6.290	52.4%	18.859	26.4%
55 Alojamento e restauração	7.594	-12.4%	19.865	-5.3%
60 Transp. terrestres; transportes por pipelines	1.289	6.6%	1.762	-11.5%
61 Transportes por água	1.118	17.8%	1.322	13.2%
62 Transportes aéreos	1.029	2.4%	1.484	11.2%
63 Activid.anex.e auxi.transp.:agênc.viagem turís.	6.271	86.3%	18.257	98.2%
64 Correios e telecomunicações	10.619	43.9%	41.124	32.9%
65 Interm.financ., exc.seguros e fundos pensões	163.201	-17.9%	1057.856	3.1%
66 Seguros e fundos de pensões	11.419	33.1%	80.047	-4.3%
67 Actividades auxiliares de interm. financeira	98.576	-	740.854	-
70 Actividades imobiliárias	9.823	-10.8%	86.065	14.5%
71 Aluguer máq.e equip.e bens pesso.e domést.	3.620	19.3%	9.414	5.7%
72 Actividades informáticas e conexas	6.465	-33.1%	32.559	-39.8%
73 Investigação e desenvolvimento	8.028	-71.2%	20.060	-70.5%
74 Outras act.serviç.prest. principal. às empresas	9.515	-6.3%	34.642	15.8%
75 Administração pública, defesa e seg.social	1.742	6.8%	5.201	-3.3%
80 Educação	5.860	10.0%	58.674	-3.0%
85 Saúde e acção social	2.187	-4.0%	6.529	-7.1%
90 Saneamento e higiene pública	0.938	40.6%	1.017	45.1%
91 Actividades associativas diversas, n.e.	3.862	-0.1%	6.747	-12.3%
92 Actividades recreativas, culturais e desportivas	8.259	-0.6%	28.619	-33.0%
93 Outras actividades de serviços	3.570	-55.3%	13.039	-59.9%
95 Famílias com empregados domésticos	-	-	-	-
Famílias	-	-	7.363	10%

Entre 1996 e 2006 é observável na maioria dos sectores, incluindo o doméstico, uma diminuição dos efeitos directos. Por exemplo, no que concerne ao *saneamento*, houve uma diminuição superior a 60%, enquanto, na *agricultura*, também se observou um decréscimo 23%, ambas explicáveis por melhorias nas práticas de gestão. As famílias alcançaram uma redução de 18% do seu impacto directo.

Curiosamente, todas as actividades de gestão pública (ou maioritariamente pública) apresentam aumentos do seu efeito directo (*saúde, investigação e desenvolvimento, administração pública e educação*). O *comércio por grosso* e a *construção* foram outros sectores com variações positivas neste parâmetro. Em todas estas actividades, a energia não é um factor produtivo crucial.

Efeitos totais nas emissões de GEE

O comportamento dos sectores económicos mais poluidores é semelhante no que concerne aos efeitos directos e totais.

No ramo da *reciclagem* existe uma grande diferença entre os valores de efeito directo – $0,072 \text{ kg CO}_{2,\text{eq}} \cdot (\text{€ consumido})^{-1}$ - e efeito total – $1,168$ ou $1,455 \text{ kg CO}_{2,\text{eq}} \cdot (\text{€ consumido})^{-1}$, consoante se considere o modelo aberto ou fechado. Este diferencial pode ser compreendido atendendo ao facto que algumas das actividades fornecedoras apresentam elevados efeitos directos, como por exemplo o *saneamento*.

A grande maioria das actividades de serviços apresenta efeitos totais muito superiores aos directos, transparecendo que, apesar do processo produtivo respectivo não ter emissões de GEE significativas, a jusante estão envolvidas outras actividades com maior impacto. Por exemplo, o *comércio a retalho* apresenta como efeitos totais $0,25 \text{ kg CO}_{2,\text{eq}} \cdot (\text{€ consumido})^{-1}$ enquanto que o efeito directo é seis vezes inferior. Se considerarmos o efeito das famílias enquanto parte da máquina económica, essa proporção eleva-se a dezoito.

Dado que os efeitos totais no modelo fechado entram em consideração com o efeito multiplicador das aquisições (e remunerações) das famílias, é nos produtos de consumo final que existem maiores diferenciais entre os dois tipos de parâmetros: tipo I e tipo II.

As variações nos efeitos totais ao longo do tempo podem representar uma expansão, ou contracção, na cadeia produtiva de um determinado produto, isto é, a incorporação de maior ou menor número de outros bens ou serviços no processo de produção. As mudanças do efeito total podem também traduzir alterações no grau de entrosamento do ramo em causa com a economia nacional, com variações da importância relativa das importações (deixando de ser contabilizadas as emissões relativas à produção desses bens ou serviços). A alteração da estrutura de aquisição, isto é, a alteração do tipo e quantidade relativa de produtos adquiridos é também uma das explicações para a mudança dos efeitos totais. Por exemplo, a diminuição do efeito total da *investigação e desenvolvimento*, em 68%, no modelo fechado, e de 67% no modelo aberto, pode ser explicada dessa forma, dado que o peso relativo das importações diminuiu.

As famílias apresentam um efeito total sete vezes superior ao efeito directo, o que por si só demonstra claramente a importância da sua endogeneização no modelo económico.

Multiplicadores de emissões de GEE

Na análise destes parâmetros deve-se atender ao facto de, a efeitos directos muito baixos, irem corresponder multiplicadores muito elevados, mas com um impacto real pouco relevante (para um efeito directo de 2 g CO_{2,eq}.(€ produzido)⁻¹, um efeito multiplicador de 200, apenas irá traduzir-se em 400 g CO_{2,eq}.(€ produzido)⁻¹).

Os casos em que os multiplicadores são inferiores a um, isto é, em que os efeitos totais são inferiores aos efeitos directos, são relativos a ramos sem efeito multiplicador na economia nacional, devido ao forte peso de factores exógenos do modelo (Marques, 2002), tais como as importações. Tipicamente, esta situação não se verifica nos multiplicadores do modelo fechado, devido ao elevado impacto da endogeneização das famílias, que faz com que os efeitos totais aumentem significativamente, escondendo a importância dos factores exógenos.

A *construção* é das actividades com maior efeito multiplicador (4,8 e 9,2 kg CO_{2,eq} emitido por kg CO_{2,eq} emitido no ramo, respectivamente nos modelos aberto e fechado), o que indica que medidas vocacionadas para este sector, terão impactos quatro vezes superior na globalidade da economia (nove vezes, endogeneizando as famílias). No que diz respeito à *produção e distribuição de electricidade*, o efeito multiplicador (doméstico) é menos significativo: 1,7 kg CO_{2,eq} emitido.(kg CO_{2,eq} emitido no ramo)⁻¹, nos modelos aberto e fechado. Neste caso, o facto do efeito directo ser muito significativo faz com que o efeito multiplicador não varie significativamente entre os dois modelos.

Os ramos de comércio apresentam grandes efeitos multiplicadores dado que, tal como na *construção*, variações na procura dos seus bens provocam alterações na procura em muitos outros sectores de actividade económica, aumentando desta forma o seu impacto ao nível das emissões de GEE.

A maioria dos multiplicadores simples e totais analisados, incluindo os relativos às famílias, apresentaram variações positivas no decorrer do período em estudo, o que demonstra que os respectivos ramos diversificaram a sua estrutura de consumo e/ou a complexidade dos produtos consumidos (envolvendo um maior número de sector económicos na sua produção), e consequentemente, aumentaram as emissões totais associadas aos produtos. A não ser em casos pontuais, estas alterações não deverão estar relacionadas com aumentos das emissões ao nível dos restantes sectores envolvidos numa determinada cadeia produtiva, tanto que foi observada uma tendência de diminuição dos valores das emissões directas. Os exemplos mais significativos desses aumentos encontram-se nos sectores industriais (e.g. *indústrias metalúrgicas de base e fabricação de outro material de transporte*).

Também se verificaram variações negativas bastante significativas nalguns multiplicadores, dos quais se destacam as actividades responsáveis pelos serviços de

comércio por grosso e a investigação e desenvolvimento, provavelmente relacionado com o aumento do efeito directo que se verificou em ambos os casos.

Após o cálculo do efeito directo e do efeito total (tipo I e tipo II), é possível isolar todas as componentes dos efeitos totais da variação da procura nas emissões de GEE ainda não discriminadas: efeito indirecto e efeito induzido (*vide* tabela 4.4). Estes parâmetros ajudam a clarificar a informação já contida nos anteriores indicadores, isolando o impacto sentido no ramo onde é dirigida a variação da procura (efeito directo), daquele sentido em todos os outros ramos (efeito indirecto), e também o correspondente impacto originado pelo acréscimo do consumo das famílias (efeito induzido).

A existência de efeitos indirectos negativos, associados a alguns sectores (e.g. *agricultura e pecuária, saneamento e higiene pública, fabrico de químicos e fabrico de coque e refinação*), pode ser explicada com base no método de cálculo do coeficiente técnico: as emissões de um determinado sector são divididas pelo total da produção do produto correspondente. Como parte da produção é exógena ao modelo *input-output*, a soma dos efeitos totais é inferior aos efeitos directos, resultando em impactos indirectos negativos.

De acordo com a análise efectuada anteriormente, tem-se que actividades como a *produção em distribuição de electricidade e reciclagem* apresentam elevados efeitos indirectos, seguidos de actividades produtoras de bens e serviços com cadeias produtivas mais extensas (e.g. *comércio a retalho*). Os efeitos induzidos são mais elevados nas actividades que fornecem bens ou serviços ao consumidor final (e.g. *comércio a retalho e alojamento e restauração*).

Avaliando a situação das actividades com maiores efeitos totais, em função da distribuição percentual do efeito total pelas três categorias, vem que:

- A *agricultura e pecuária* e o *fabrico de outros produtos minerais não metálicos* apresentam os maiores efeitos directos (82% e 73%, respectivamente), dado que as actividades que as fornecem relativamente não têm impacto significativo;
- As *outras actividades extractivas* têm também maior impacto directo do que indirecto ou induzido (54%), mas já apresentam uma distribuição mais uniforme;
- Os efeitos da *reciclagem*, pelos motivos mencionados anteriormente, são maioritariamente indirectos (75%);
- A *construção* não apresenta efeitos directos relevantes, no entanto tem fortes impactos indirectos (41%) e induzidos (48%), derivado de fortes impactos de algumas das actividades que fornecem os seus *inputs*; é dos sectores que possui uma estrutura de entradas mais diversificada;
- Os *transportes terrestres e por água*, e da *produção e distribuição de electricidade e gás* já apresentam fortes impactos directos, derivados da queima de combustíveis fósseis;

Tabela 4.4 Efeitos directos, indirectos, induzidos e totais ao nível das emissões de GEE dos diversos produtos, em 2006

Ramo CAE	Efeitos directos coeficientes técnicos		Efeitos indirectos tipo I		Efeitos induzidos tipo II		Efeitos totais tipo II
	kg CO2 eq. / € 2006 produzido	%	kg CO2 eq. / € 2006 produzido	%	kg CO2 eq. / € 2006 produzido	%	kg CO2 eq. / € 2006 produzido
01 Agricultura, produção animal e caça	1.120	82	-0.140	-10	0.388	28	1.368
02 Silvicultura, exploração florestal	0.079	13	0.052	9	0.478	78	0.609
05 Pesca e aquacultura	0.202	30	0.047	7	0.422	63	0.671
10 Extracção de hulha, linhite e turfa	0.000	0	0.001	35	0.002	65	0.003
11 Extracção de petróleo bruto e gás natural	-	-	-	-	-	-	-
12 Extracção de minérios de urânio e de tório	-	-	-	-	-	-	-
13 Extracção e prepara. de minérios metálicos	0.075	19	0.202	51	0.118	30	0.394
14 Outras indústrias extractivas	0.678	54	0.252	20	0.327	26	1.257
15 Indústrias alimentares e das bebidas	0.052	7	0.336	47	0.328	46	0.716
16 Indústria do tabaco	0.001	0	0.221	40	0.336	60	0.558
17 Fabricação de têxteis	0.145	24	0.151	26	0.296	50	0.592
18 Indústria do vestuário	0.013	2	0.197	34	0.370	64	0.579
19 Indústria de peles sem pêlo; calçado	0.008	2	0.141	30	0.328	69	0.477
20 Indústrias da madeira e da cortiça	0.108	16	0.175	27	0.378	57	0.661
21 Fabricação de pasta, papel, cartão	0.426	57	0.084	11	0.240	32	0.750
22 Edição e impressão	0.010	2	0.193	35	0.352	63	0.555
23 Fabric. coque, refinação, comb. nuclear	0.339	83	-0.050	-12	0.117	29	0.406
24 Fabricação de químicos e fibras	0.358	76	-0.089	-19	0.203	43	0.471
25 Fabric. artigos de borracha e mat. plásticas	0.038	8	0.184	40	0.239	52	0.462
26 Fabri.outros produtos minerais não metálicos	1.354	73	0.203	11	0.308	17	1.865
27 Indústrias metalúrgicas de base	0.034	13	0.121	46	0.107	41	0.262
28 Fabric. prod. metálicos exc. maquin. e equip.	0.025	5	0.163	34	0.293	61	0.481
29 Fabricação de máquinas e de equipamentos	0.036	11	0.087	26	0.210	63	0.334
30 Fabri.máqu.escritório,equip.p.trata.autom.infor.	0.001	0	0.087	32	0.181	67	0.269
31 Fabric. máquinas e aparelhos eléctricos	0.002	0	0.113	36	0.204	64	0.319
32 Fabric. equip. e aparelhos rádio, telev. e comu.	0.001	1	0.059	31	0.128	68	0.188
33 Fabri.instru.médicos, precisão, óptica,reljoja.	0.002	1	0.097	33	0.191	66	0.289
34 Fabric. veículos automóveis e reboques	0.002	1	0.080	37	0.133	62	0.215
35 Fabricação de outro material de transporte	0.003	1	0.137	36	0.237	63	0.377
36 Fabric.mobiliário;outras indús.transformadoras	0.011	2	0.178	34	0.332	64	0.521
37 Reciclagem	0.072	5	1.096	75	0.287	20	1.455
40 Produção e distribuição de electricidade e gás	1.907	57	1.250	38	0.161	5	3.318
41 Captação, tratamento e distribuição de água	0.046	7	0.247	38	0.357	55	0.650
45 Construção	0.102	11	0.384	41	0.449	48	0.936
50 Comércio,manuten.repara.veic.auto.; combust.	0.021	3	0.128	20	0.478	76	0.627
51 Comércio grosso e agentes comér. excep.50	0.089	12	0.174	24	0.468	64	0.731
52 Comércio retalho; reparaç. bens pesso.domés.	0.040	5	0.213	28	0.506	67	0.759
55 Alojamento e restauração	0.038	5	0.250	33	0.464	62	0.752
60 Transp. terrestres; transportes por pipelines	0.817	57	0.236	16	0.386	27	1.440
61 Transportes por água	1.157	76	0.136	9	0.236	15	1.530
62 Transportes aéreos	0.652	67	0.019	2	0.297	31	0.968
63 Activid.anex.e auxi.transp.;agênc.viagem turis.	0.028	5	0.148	29	0.336	66	0.512
64 Correios e telecomunicações	0.008	2	0.080	23	0.254	74	0.342
65 Interm.financ., exc.seguros e fundos pensões	0.000	0	0.058	15	0.321	85	0.379
66 Seguros e fundos de pensões	0.004	1	0.037	13	0.241	86	0.281
67 Actividades auxiliares de interm. financeira	0.001	0	0.052	13	0.340	87	0.393
70 Actividades imobiliárias	0.007	1	0.064	10	0.552	89	0.623
71 Aluguer máqu.e equip.e bens pesso.e domést.	0.046	11	0.121	28	0.268	62	0.436
72 Actividades informáticas e conexas	0.016	3	0.086	17	0.412	80	0.514
73 Investigação e desenvolvimento	0.012	5	0.088	35	0.150	60	0.250
74 Outras act.serviç.prest. principal. às empresas	0.017	3	0.143	25	0.423	73	0.583
75 Administração pública, defesa e seg.social	0.152	19	0.113	14	0.525	67	0.789
80 Educação	0.013	2	0.061	8	0.666	90	0.740
85 Saúde e acção social	0.121	15	0.144	18	0.525	67	0.789
90 Saneamento e higiene pública	4.575	98	-0.285	-6	0.364	8	4.655
91 Actividades associativas diversas, n.e.	0.118	15	0.337	42	0.340	43	0.795
92 Actividades recreativas, culturais e desportivas	0.019	3	0.134	25	0.377	71	0.530
93 Outras actividades de serviços	0.058	8	0.149	20	0.548	73	0.754
95 Famílias com empregados domésticos	0.000	0	0.000	0	0.726	100	0.726
Famílias	0.099	14			0.628	86	0.726

- No sector eléctrico, o facto do aumento de procura da electricidade não levar a um aumento significativo do rendimento disponível das famílias (a força de trabalho é diminuta), leva a que o efeito das famílias seja pouco significativo (apenas 5%). Por outro lado, no que concerne aos efeitos indirectos, tal como já foi referido, é possível constatar que este é sentido fundamentalmente no próprio sector.

Com excepção da *reciclagem* e da *produção e distribuição de electricidade*, todos os outros ramos mencionados apresentam efeitos induzidos superiores aos indirectos, o que demonstra a importância da inclusão das famílias no modelo, dado que a pressão do consumo final no sistema económico é essencial para entender o seu funcionamento real.

Após uma sucinta apresentação e análise da globalidade dos resultados obtidos, para o ano de 2006, interessa analisar em maior detalhe o comportamento dos sectores seleccionados como interessantes para este estudo.

4.3 Identificação de tendências

Foram identificadas variações negativas nas intensidades de emissão de grande parte dos sectores, pelo que é legítimo questionar o porquê do aumento de emissões GEE em termos absolutos. Observando a figura 4.2, é possível averiguar que a produção nacional tem vindo a aumentar, em termos de valor absoluto, o que explica o aumento das emissões de GEE nacionais. Desde 1999, a intensidade carbónica (razão entre as emissões de GEE e a produção) tem vindo a manifestar uma tendência de decréscimo, altura em que a produção começou a estabilizar, perturbada por um ligeiro aumento em 2002.

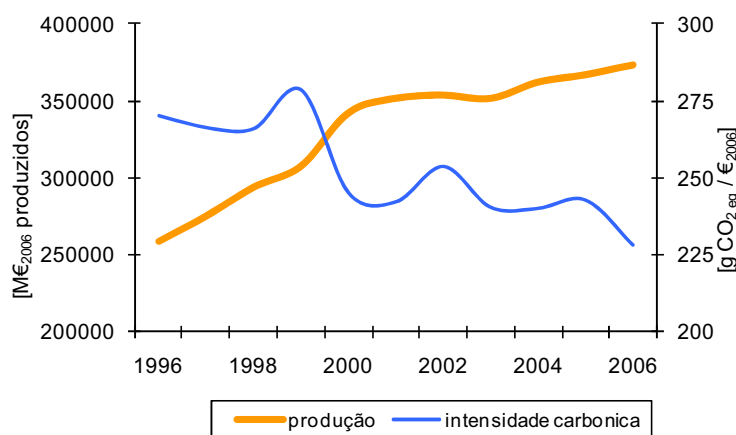


Figura 4.2 Variação da produção nacional (a preços de 2006), e da intensidade carbónica, entre 1996 e 2006

Estes dados indicam-nos que a economia portuguesa está a diminuir a sua dependência dos combustíveis fósseis na sua produção. Há uma ressalva que deverá ser feita na leitura da figura 4.2: as importações estão também incluídas no total da produção, que indica o total de produtos que é colocado à disposição da máquina económica.

Ao observar a variação da intensidade carbónica (que equivale ao parâmetro *efeito directo*) dos mais importantes emissores de GEE (vide figura 4.3), é possível observar a mesma tendência decrescente. Este facto diz-nos que foi possível produzir o mesmo valor, emitindo menos GEE, o que implica a implementação de práticas de maior eficiência. O sector *transportes terrestres* foi o único que apresentou um aumento constante entre 1996 e 2006 (no total, de 54%), que traduz um maior recurso aos transportes rodoviários.

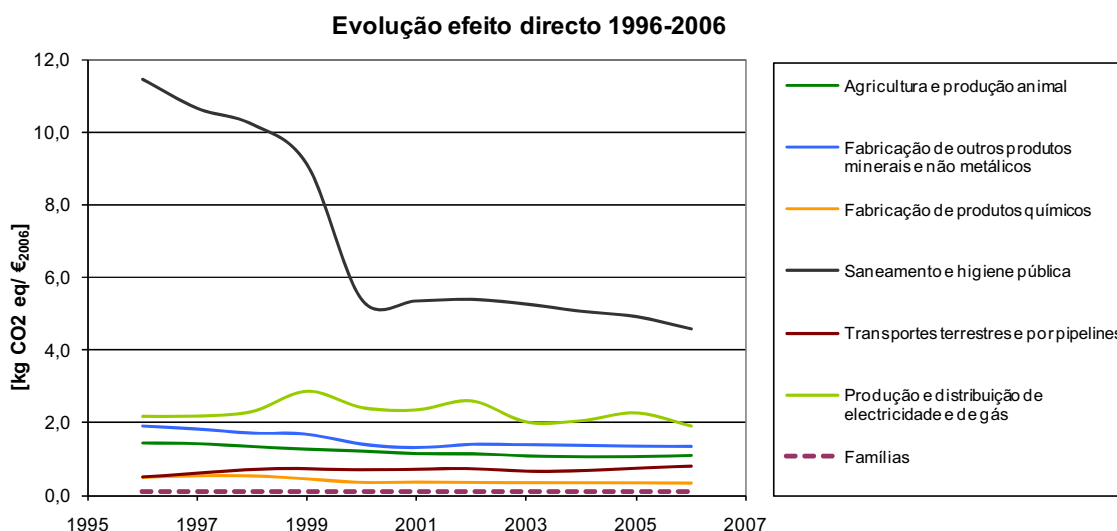


Figura 4.3 Variação do efeito directo relativo às emissões de GEE, entre 1996 e 2006, dos seis sectores de actividade económica com maior valor absoluto de emissões, e das famílias

A maior diminuição de emissão de GEE por valor produzido verificou-se no sector de *saneamento e higiene pública* (60,1%). A crescente preocupação com as questões ambientais, aliada à expansão e separação dos serviços municipais dos sectores de águas residuais e de recolha de lixo esteve na origem quer do aumento de produção, quer da redução das emissões. Até ao ano 2000, esta diminuição foi muito acentuada, possivelmente originada pela instalação dos sistemas de águas residuais e de tratamento dos resíduos urbanos. Acredita-se que a legislação europeia e nacional neste campo provavelmente terá desempenhado um papel importante, apesar de não ter como objectivo específico a diminuição das emissões de GEE.

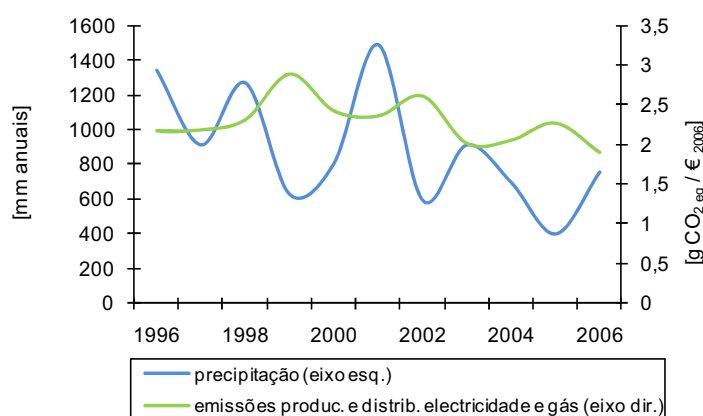
Os sectores industriais apresentaram uma diminuição na ordem dos 28%, de forma quase constante ao longo do período em causa, tendo sido mais acentuada até 2000 e 2001, no sector dos produtos químicos e de outros produtos minerais não metálicos, respectivamente. Existiram várias medidas legislativas focadas na diminuição das emissões de GEE, que foram sendo implementadas, especialmente a partir do início do século, mas não é possível identificar uma relação clara causa-efeito.

Na *agricultura e produção animal* (23%) também é possível verificar decréscimos das emissões quase constantes. Foram publicados diversos diplomas legais relativos a este sector, com o objectivo de diminuir o impacto ambiental global deste, que se acredita terem também produzido efeitos positivos no que concerne as emissões de GEE, ao

longo do período em análise (e.g. redução do uso de nitratos, tratamento dos resíduos de explorações pecuárias).

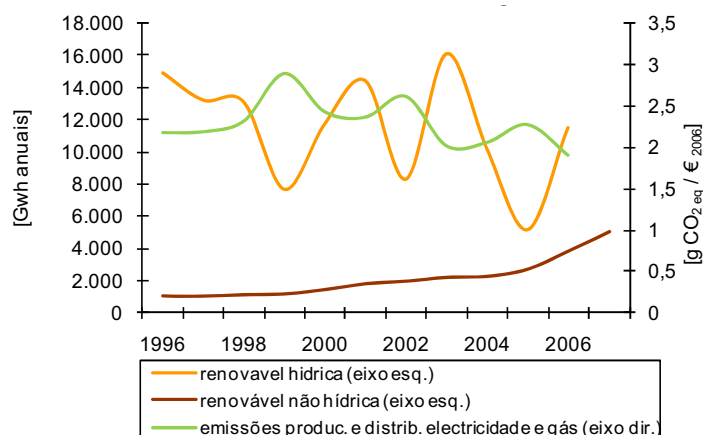
O comportamento das famílias foi similar ao das actividades económicas, tendo diminuído o seu efeito directo em 18%. Neste caso, assiste-se a uma variação provocada também pelo aumento mais significativo da produção (38%) do que o registado nas emissões (12%).

A análise dos dados relativos aos ramos da *produção e distribuição da electricidade* é mais complexa. O efeito directo do sector energético depende, quer da produção renovável desse ano (maioritariamente dependente da produção hídrica), quer do nível de produção que é variável consoante o preço dos combustíveis fósseis, matéria-prima principal. Na figura 4.4, é possível observar que existe uma clara relação proporcional inversa entre as emissões unitárias de GEE e a precipitação. No entanto, em 2005 é possível observar que apesar do nível de precipitação ter descido acentuadamente, não houve um aumento correspondente ao nível das emissões. Na figura 4.5, é possível verificar que, nesse ano, o aumento da produção renovável não hídrica teve um efeito compensatório, limitando o aumento das emissões de GEE.



Fonte: URL13

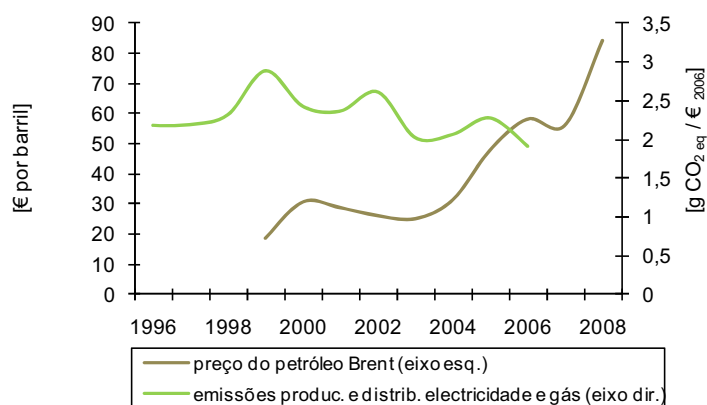
Figura 4.4 Variação da *precipitação anual* em função do efeito directo do sector energético ao nível das emissões de GEE, entre 1996 e 2006



Fonte: URL14

Figura 4.5 Variação da produção de *electricidade renovável* em função do efeito directo do sector energético ao nível das emissões de GEE, entre 1996 e 2006

Esta análise poderia ainda ser aprofundada através da incorporação da variação do preço do petróleo como factor explicativo da variação do efeito directo das emissões de GEE (*vide* figura 4.6). Porém, há que atender que a resposta a este factor, devido à pequena elasticidade preço-procura (variação da procura em função do preço), é desfasada no tempo. Para que seja possível mudar significativamente os consumos de combustíveis fósseis é necessário optar por novas tecnológicas (opção de implementação demorada, mas de longo alcance), quer de carácter geral, como especificamente ao nível das fontes energéticas. A alteração dos hábitos é uma opção de implementação a curto prazo, mas que tem um impacto limitado.



Fonte: URL15

Figura 4.6 Variação do preço do barril de petróleo Brent (preços de Julho de cada ano) em função do efeito directo do sector energético ao nível das emissões de GEE

Para além dos factores mencionados, o sector produto de electricidade foi alvo de inúmeras iniciativas legislativas específicas e foi igualmente abrangido pelas medidas de carácter mais geral (*vide* tabela 2.7), dado que é um dos principais emissores de GEE. A entrada em funcionamento do CELE, os programas de eficiência energética e a promoção das energias renováveis são apenas alguns exemplos das diferentes iniciativas que afectaram este sector.

No entanto, para além dos efeitos directos, é necessário atender ao efeito total do consumo dos produtos em causa. Na figura 4.7, está patente a variação deste parâmetro entre 1996 e 2006, sendo claro que na generalidade dos sectores, a evolução não foi tão positiva como a observada ao nível do efeito directo, com excepção da produção de produtos químicos. Acredita-se que este facto estará relacionado com a eficiência de utilização de energia da economia como um todo, que será inferior à dos ramos aqui retratados, onde a energia é uma das principais matérias-primas (com excepção do sector de *agricultura e pecuária*, e também em menor escala, do sector do *saneamento e higiene pública*).

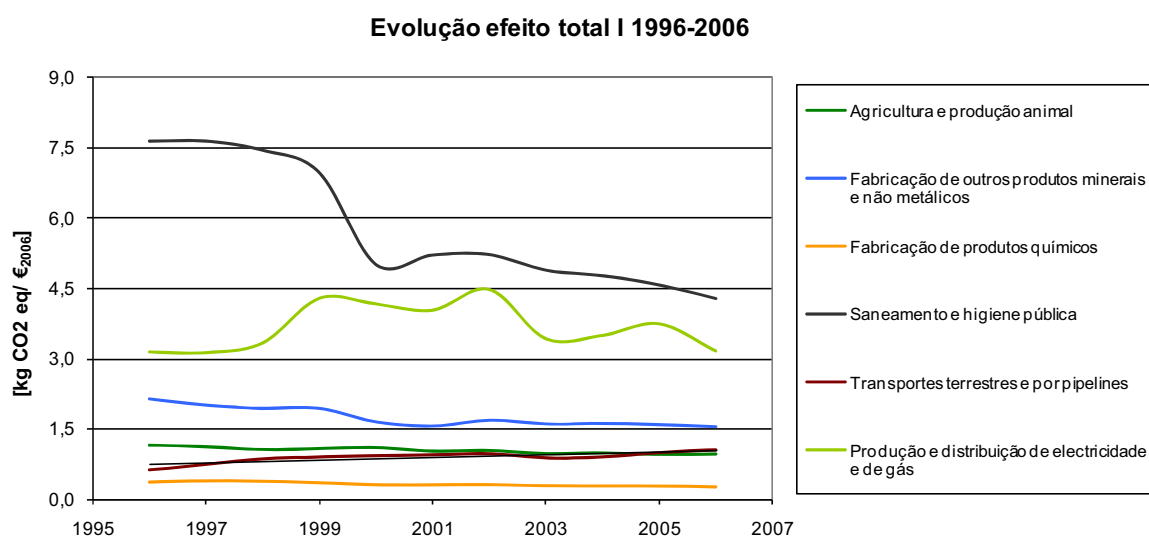


Figura 4.7 Variação do efeito total (modelo aberto – tipo I) relativo às emissões de GEE, entre 1996 e 2006, dos seis ramos de actividade económica com maior valor absoluto de emissões

A endogeneização das famílias no modelo aumenta ligeiramente os valores dos efeitos totais, mas as tendências de evolução mantêm-se as mesmas (*vide* figura 4.8). A evolução dos efeitos directos das famílias apresenta uma tendência semelhante à já detectada quanto aos efeitos directos.

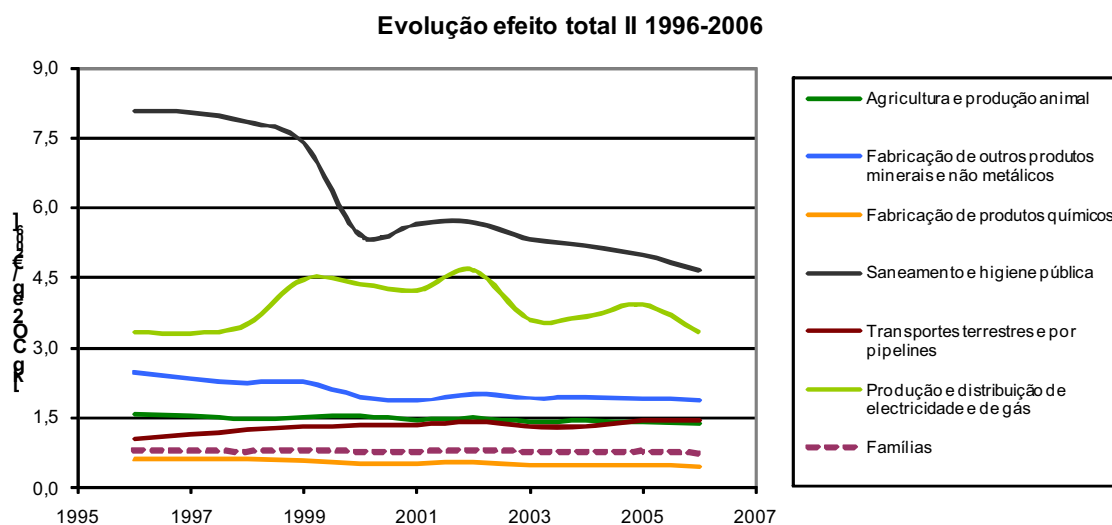


Figura 4.8 Variação do efeito total (modelo fechado – tipo II) relativo às emissões de GEE, entre 1996 e 2006, dos seis sectores de actividade económica com maior valor absoluto de emissões, e das famílias

Entre 1999 e 2000, são observáveis subidas em todos os multiplicadores simples (*vide* figura 4.9) e totais (*vide* figura 4.10), sendo esta mais marcada no *saneamento e higiene pública*, *produção e distribuição de electricidade* e também nos *transportes terrestres*. Sabe-se que tal se deve a uma alteração na relação entre os efeitos totais e os efeitos directos transversal aos diversos sectores, e que se prolonga para além de 2000. Uma

explicação possível para esta mudança é a ocorrência de alterações no sector energético. Pode verificar-se que os multiplicadores simples e totais seguem as tendências de evolução do sector energético, ao nível de efeitos directos, mas suavizando-as, o que é indicativo do papel central que este sector assume na contabilização dos efeitos sectoriais ao nível das emissões de GEE. O aumento da complexidade da cadeia produtiva poderá também ser apontado como uma das principais causas explicativas destas variações.

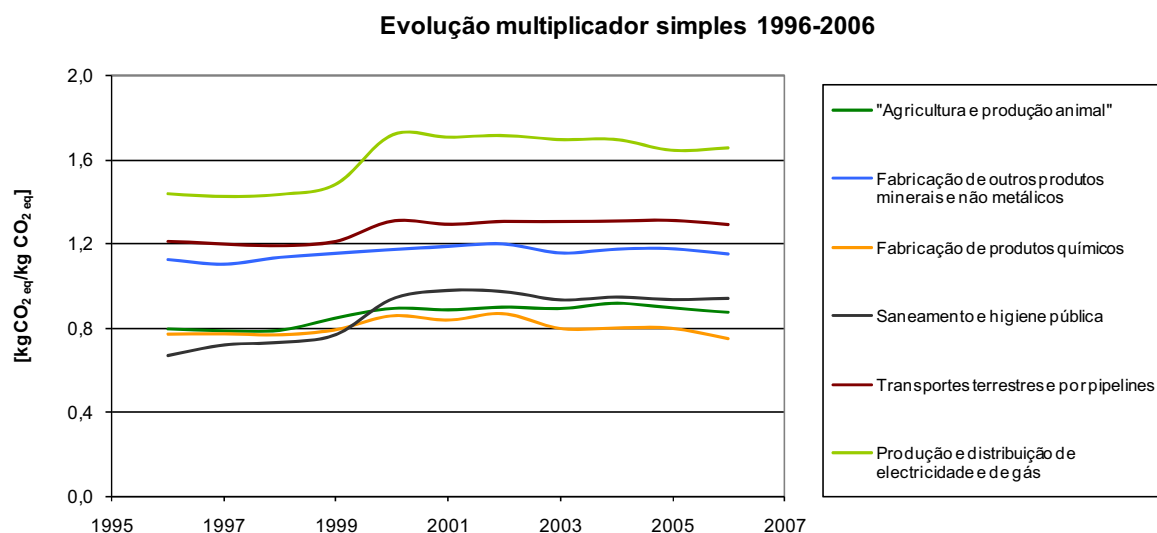


Figura 4.9 Variação do multiplicador simples de emissões de GEE, entre 1996 e 2006, nos seis sectores de actividade económica com maior valor absoluto de emissões

A evolução do multiplicador total relativo ao consumo das famílias, apresentando uma clara tendência de subida, é onde se verificam as maiores oscilações (*vide* figura 4.10). Ao contrário dos restantes sectores, onde não são expectáveis mudanças drásticas da composição dos *inputs*, a estrutura de consumo das famílias tem vindo a sofrer alterações que se acredita estarem na base destas variações.

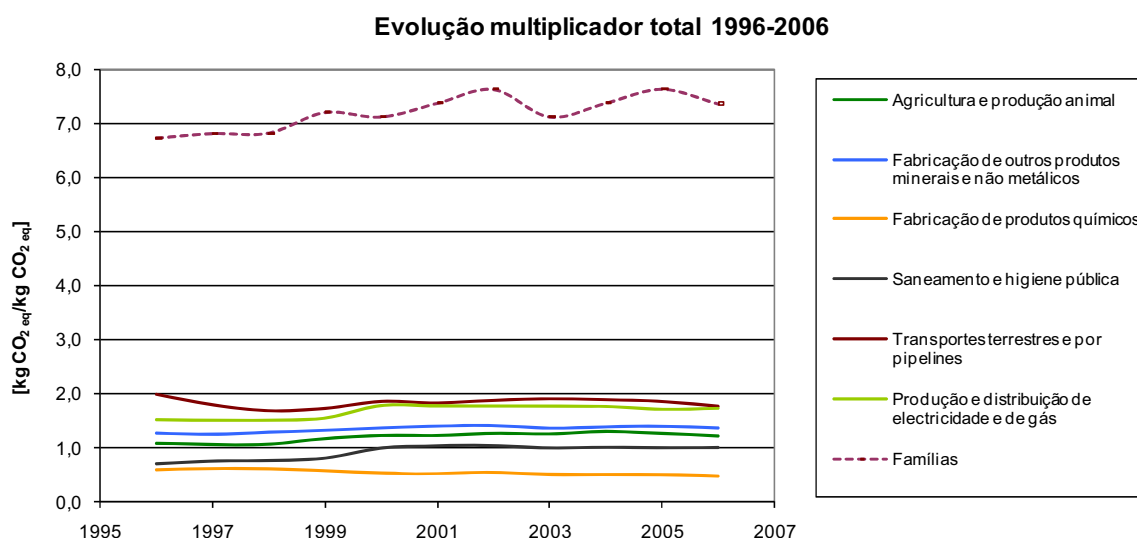


Figura 4.10 Variação do multiplicador total de emissões de GEE, entre 1996 e 2006, nos seis sectores de actividade económica com maior valor absoluto de emissões, e nas famílias

Os dados obtidos pela aplicação da metodologia desenvolvida vão muito para além dos apresentados. Abordaram-se os principais aspectos, caracterizou-se a evolução das emissões de GEE e fez-se a interligação deste parâmetro com as características do sistema económico de Portugal. O aprofundamento desta análise será efectuado noutro âmbito.

4.4 Reflexão global

Após a análise dos principais resultados da metodologia desenvolvida para o período de 1996 a 2006, verifica-se que genericamente a intensidade carbónica (ao nível da produção, e não do PIB, como é usualmente calculada) está a diminuir (vide figura 4.2). O mesmo se pode concluir quanto à intensidade energética (URL01).

Há, porém, uma ligação que pode sem dúvida ser estabelecida: muitas das medidas legislativas criaram condições (juntamente com outros factores, entre os quais se encontra também a pressão social) para a introdução de medidas de eficiência nas práticas industriais e domésticas. Este estudo, apesar de essencial, é apenas um primeiro passo para que seja possível averiguar do impacto das mudanças introduzidas pelas políticas de alterações climáticas.

Acredita-se que este trabalho constitui uma base para atingir o objectivo de averiguar a relação entre as emissões de GEE e a mudança do enquadramento político e legislativo no âmbito das alterações climáticas. Para a prossecução deste objectivo terá que ser continuada esta linha de investigação.

Foi realizado um estudo pela Agência Europeia do Ambiente (EEA), *Greenhouse gas emission trends e projections in Europe 2009* (EEA, 2009a), onde são identificadas as principais razões para mudança de comportamento dos agentes económicos quanto à

emissão de GEE (vide figuras 4.11 a 4.14). A implementação de medidas de eficiência energética é o principal motivo indicado para a redução das emissões na UE. No que concerne ao consumo doméstico, a eficiência energética não é indicada como principal motivo, dado que a redução de emissões associada à mudança das fontes energéticas é mais significativa. Ainda assim, considerando apenas as medidas adoptadas pelas famílias, o aumento da eficiência energética é o que se traduz em maiores reduções de emissões de GEE.

Em Portugal, acredita-se que as motivações para a redução de GEE (em termos relativos) têm tido motivações semelhantes às apuradas para a UE-15, mas o que falta ainda apurar é a relevância do enquadramento legal para esta alteração.

É também importante referir que uma parte significativa das medidas propostas pela UE ainda estão na fase de implementação, pelo que ainda não é possível detectar as suas consequências numa serie temporal apenas com 11 anos. A diversificação das fontes energéticas renováveis sido um processo contínuo, mas demorado, especialmente no que concerne às centrais hídricas. No que concerne a determinadas medidas de eficiência, nomeadamente no sector doméstico, os resultados também são de longo prazo. O funcionamento do CELE, que se acredita ser a medida com maior potencial impacto junto dos operadores económicos (apesar de estar já na segunda fase), passou por uma fase de amadurecimento, existindo grandes expectativas para o período q começou em 2007.

Em resumo, o estudo realizado permitiu perceber qual o grau de variabilidade de comportamento dos diversos sectores neste campo e simultaneamente identificar quais os ramos onde é mais necessário focar atenção, dado o seu maior impacto nas emissões nacionais, quer directo como indirecto.

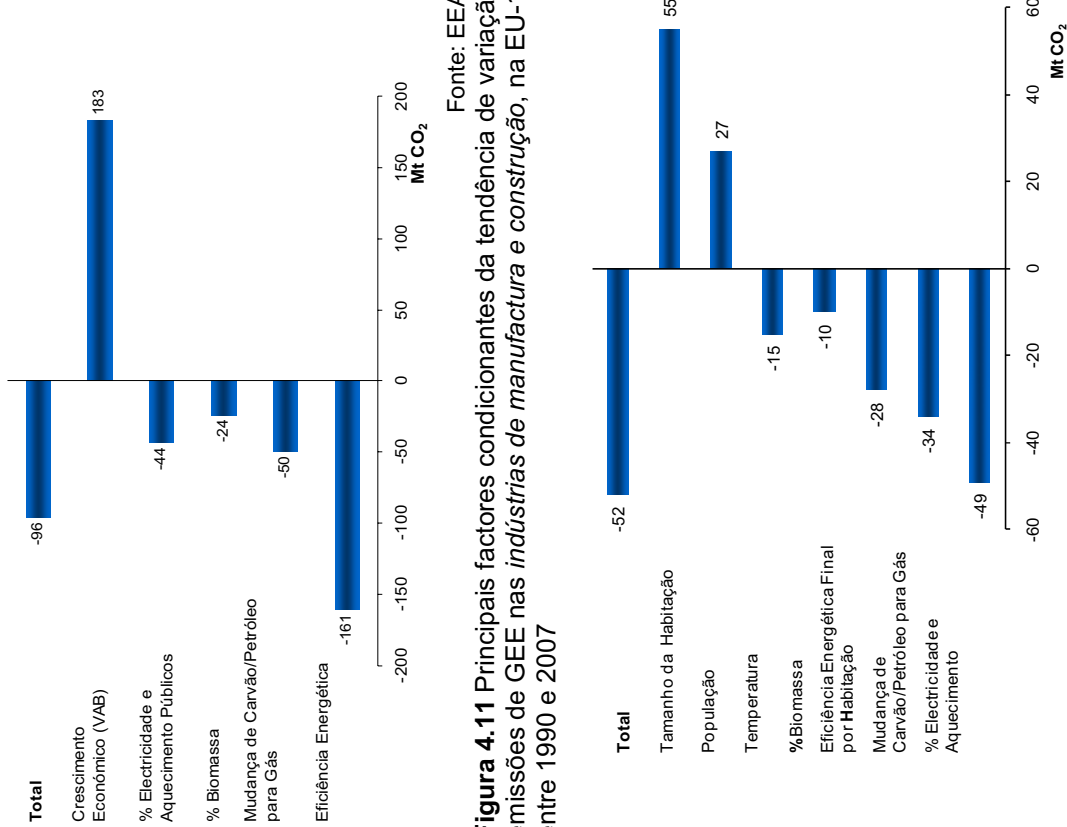


Figura 4.11 Principais factores condicionantes da tendência de variação das emissões de GEE nas *indústrias de manufactura e construção*, na EU-15, entre 1990 e 2007

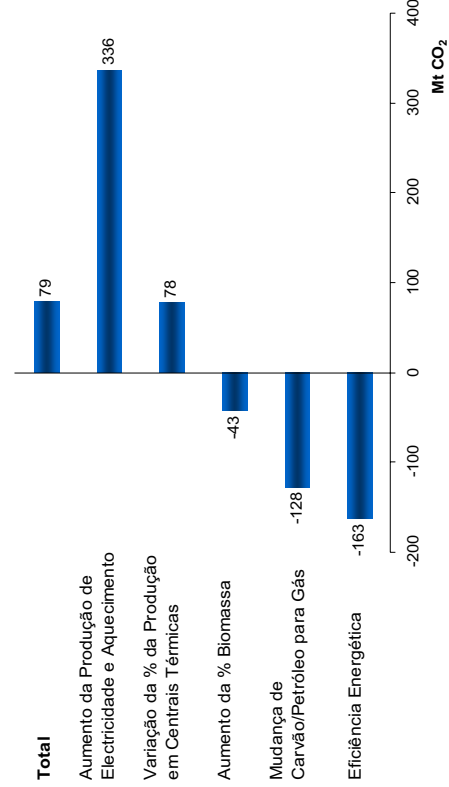


Figura 4.12 Principais factores condicionantes da tendência de variação das emissões de GEE na *prod. electricidade e aquecimento*, na EU-15, entre 1990 e 2007

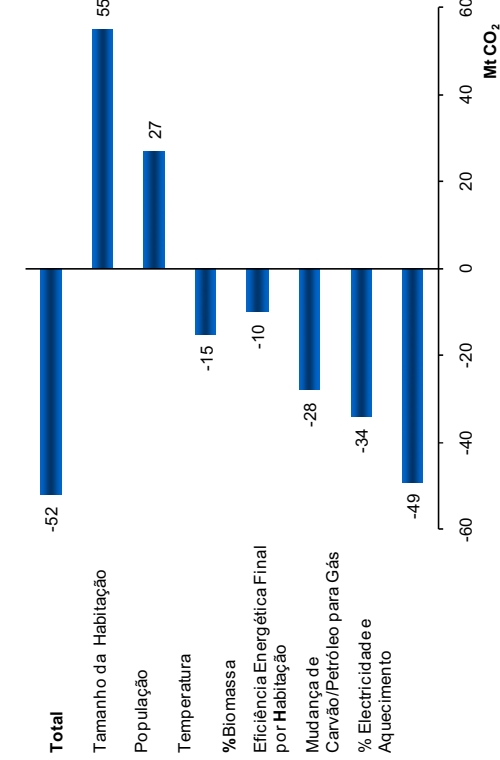


Figura 4.13 Principais factores condicionantes da tendência de variação das emissões de GEE do *consumo doméstico*, na EU-15, entre 1990 e 2007

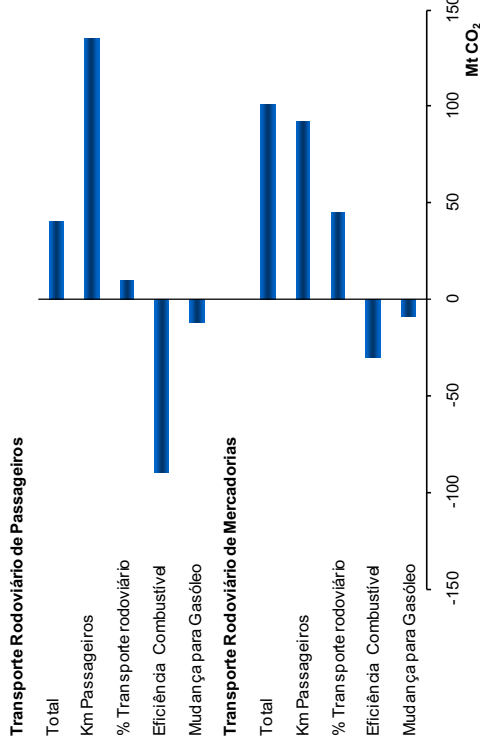


Figura 4.14 Principais factores condicionantes da tendência de variação das emissões de GEE no *transp. rodoviário de passageiros*, na EU-15, entre 1990 e 2007

5 CONCLUSÕES E TRABALHO FUTURO

A existência de um fenómeno de alterações climáticas é nos tempos actuais uma realidade inquestionável, assim como a sua relação com a concentração dos GEE na atmosférica.

Há a percepção social, quer a nível mundial quer em Portugal, de que as alterações climáticas são um grave problema, que urge ser minimizado através da mudança do paradigma energético, mas também pela incorporação de preocupações com a redução das emissões de GEE pelo tecido económico e pela sociedade civil.

Tem sido implementado um vasto conjunto de medidas a fim de mitigar as emissões nacionais de GEE, quer transversais, quer sectoriais, especialmente no campo da energia. Estas são, quase na sua totalidade, consequência de orientações e directivas europeias, tendo resultado numa mudança do enquadramento legal, que juntamente com a pressão social, têm levado os agentes económicos a mudar o seu comportamento.

O volume de verbas adjudicadas a este problema, assim como a necessidade de cumprir com os compromissos assumidos a nível europeu e internacional, faz com que seja necessário conhecer em detalhe o comportamento dos diversos agentes económicos, e o grau de impacto que a sua actividade tem nas emissões nacionais de GEE.

Esta tese propôs a metodologia *input-output* como adequada para responder a esta necessidade. No final deste trabalho, foi possível concluir que o modelo desenvolvido permite fazer a ligação entre a componente económica e as emissões de GEE, essencial para que o acompanhamento da evolução das emissões nacionais possa criar a informação necessária para alimentar processos de decisão, bem como de melhoria e ajuste das medidas implementadas, através da verificação dos impactos das mesmas.

O método *input-output* começou a ser aplicado ao estudo dos parâmetros ambientais e da sua ligação com o sistema económico em 1970 (Leontief, 1970), mantendo a sua aplicabilidade e utilidade. A sua aplicação à realização de estudos de avaliação de impacto na área das emissões de GEE tem vindo a ganhar bastante relevância (Oosterhaven e Polenske, 2009), o que é demonstrativo da razão de ser da presente tese.

A leitura dos resultados obtidos neste trabalho permite concluir que se verificou uma diminuição da intensidade carbónica na maioria dos sectores de actividade, especialmente desde 1999. Porém, é ainda prematuro afirmar que tal é consequência directa das mudanças legislativas introduzidas no campo das alterações climáticas.

Desta análise resultou a necessidade de fazer acompanhar este tipo de métodos por outros estudos que assegurem que a interpretação dos dados seja feita atendendo aos vários factores que influenciam a actuação dos agentes económicos e da sociedade civil. A título de exemplo, foram apresentados dados relativos a parâmetros que estiveram na base de alterações nas emissões de GEE do sector com maior impacto nesta área: o sector energético (regime de precipitação, produção eléctrica de fontes renováveis e preço do petróleo). No entanto, a averiguação quanto à importância relativa de cada um deles seria também importante para a elaboração de conclusões quanto ao efeito directo das medidas em vigor, não se enquadrando no entanto no âmbito do presente estudo

A procura da eficiência (especialmente energética) há já algum tempo que começou a provocar alterações nas práticas empresariais. A mudança possivelmente terá tido como principal motivação a minimização de custos. Esta preocupação é anterior à entrada em vigor da maioria das medidas que se acredita terem tido maior impacto, mas segue o mesmo princípio que muitas delas: redução do consumo e optimização dos processos industriais e domésticos.

O acréscimo do preço da energia foi também um factor de peso, como incentivo para a introdução de práticas de eficiência energética e até de redução de consumos. Apesar de existir uma certa rigidez na relação preço-consumo energético (variação do consumo energético em função da variação do preço), é possível verificar que o aumento do preço da energia leva a ligeiras diminuições do consumo, assim como promove a adopção de outras tecnologias, quer ao nível da produção de electricidade, quer de âmbito mais genérico (produção industrial, doméstico, etc.). Por exemplo, em Portugal verificou-se a diminuição da utilização do carro particular, com o aumento do preço da gasolina e do gasóleo (URL14).

No entanto, no campo energético, é seguro afirmar que a legislação em vigor foi responsável pelo crescimento do recurso a fontes renováveis, que se assistiu a partir de 2003 (*vide* figura 4.5), e que teve um impacto nas emissões de GEE (e.g. Programa E4, 2001, Resolução de Conselho de Ministros n.º63/2003, Decreto-Lei n.º33-A/2005).

Para além de um estudo mais detalhado de todos os factores envolvidos, seria necessária a análise de uma série temporal mais alargada para determinar as tendências já existentes, isolando as consequências da mudança de enquadramento. Isto contribuiria para a determinação do impacto real das medidas implementadas. Tal não foi possível, devido à ausência de dados anteriores a 1996.

Acredita-se também que muitas das medidas em vigor terão resultados a médio e longo prazo, pelo que este estudo deverá ser continuado, de forma a acompanhar a evolução dos parâmetros estudados.

Mais concluiu-se que para além dos sectores seleccionados no início da análise de resultados, seria também interessante ter em consideração os impactos indirectos e induzidos de sectores como a reciclagem e a construção na definição de políticas para a redução de emissões de GEE.

Conclui-se pois que este estudo foi essencial como passo preliminar, mas que para alcançar plenamente os objectivos definidos seria importante complementar a metodologia. Para além de informação relevantes de outras áreas, seria essencial abranger um período de análise maior, mas também dispor de um conjunto de dados base mais fiável e completo, no que concerne às margens comerciais, aos impostos, e aos preços do ano anterior, de forma a aumentar a fiabilidade do modelo.

Ao longo do caminho que culminou na elaboração deste documento, a reflexão sobre quais os passos a tomar para poder potenciar o trabalho desenvolvido foi uma constante.

No que concerne à avaliação de parâmetros ambientais, acredita-se que há um grande campo de expansão. A aplicação deste método pode ser feita a outros parâmetros ambientais, que não os GEE, nomeadamente àqueles aos quais já é atribuído um valor económico, como por exemplo, a água, os resíduos ou a energia. Este tipo de exercícios já foi efectuado (Barata, 2009), e apresenta grande potencial na compreensão do impacto das alterações de política ambientais nestas áreas.

Este tipo de metodologias permite também a endogeneização de determinados recursos ambientais, através da criação de colunas e linhas extra equivalentes à produção de impactos ambientais e ao correspondente consumo de recursos naturais (e.g. no caso da água, a linha equivaleria ao consumo de água, enquanto que a coluna seria a produção de águas residuais) (Cardoso *et al.*, 2004). Este tipo de dados pode ser de cariz económico ou físico (e.g. metros cúbicos de água), no caso dos modelos mistos, que constituem uma outra abordagem à aplicação do método *input-output* à análise de parâmetros ambientais. Interessaria explorar outro tipo de metodologias, de forma a averiguar da sua aplicabilidade em Portugal e das suas mais-valias.

Considera-se que os programas informáticos elaborados foram um passo importante para a criação de um mecanismo automático que pudesse ser responsável por todo o processo de cálculo. Falta agora fazer a integração do processo de deflação, da passagem da matriz *Use* de preços de aquisição para preços base e também do cálculo de diversos tipos de multiplicadores, consoante o tipo de parâmetros que se pretendam analisar, sejam eles relativos às emissões de GEE, a emprego ou a consumo de energia.

O objectivo último será a construção de um sistema de apoio à decisão que permita a avaliação dos impactos de uma determinada medida política ou de um projecto de investimento de forma simplificada, mediante cenário de variação da procura ou da oferta de um determinado produto, ou então, no caso de ser uma avaliação *ex post*, pela interpretação dos dados estatísticos disponíveis. Este sistema poderá tirar partido das

potencialidades do modelo *input-output*, ajudando a ultrapassar as dificuldades de operacionalizar modelos deste género.

Para aumentar as capacidades deste sistema, seria também conveniente tentar ultrapassar algumas das limitações do modelo, nomeadamente ao nível da constância da estrutura de procura final e das condições tecnológicas.

Acredita-se ser possível introduzir o conceito de elasticidade procura-preço na definição de cenários de procura final, nomeadamente em alguns produtos chave nos estudos realizados (no caso dos GEE, seria por exemplo, na procura de combustíveis fósseis e no consumo de energia eléctrica consoante o seu preço). Existem já alguns dados na bibliografia que poderiam contribuir para estudos preliminares neste sentido (Oliveira, 2001).

Seria também importante conseguir alterar, especialmente nos estudos a longo prazo, os coeficientes técnicos, especialmente aqueles em que as taxas de mudança tecnológica são mais elevadas (por exemplo, na produção de electricidade). Nesta área, o estudo realizado no âmbito desta tese é fundamental dado que permite compreender qual é o nível de alteração tecnológico nos últimos anos e fazer suposições mais fundamentadas sobre a direcção e rapidez com que as substituições tecnológicas se estão a fazer sentir.

Também neste sentido, e fazendo uso dos programas informáticos desenvolvidos, seria útil estudar os dados de contas nacionais dos restantes países da Europa. A análise detalhada dos coeficientes técnicos de países com outro nível de amadurecimento tecnológico iria também contribuir para a construção de cenários de mudanças tecnológicas em Portugal.

Em súmula, acredita-se que este trabalho dá um importante contributo para a construção de um sistema de apoio à decisão, integrando preocupações económicas e ambientais. A sua aplicação às emissões de GEE é justificada pela importância da temática na actualidade, mas fundamentalmente devido à necessidade de desenvolver diferentes ferramentas que contribuam para uma decisão mais informada sobre o tipo de impactos que as medidas a implementar produzirão tanto na economia como nas emissões, dado que a avaliação que é apresentada no PNAC se resume aos efeitos directos (Resolução do Conselho de Ministros n.º 1/2008).

As alterações climáticas têm vindo a ocupar grande parte da agenda política internacional, promovendo a implementação de um número considerável de medidas europeias e nacionais. As políticas públicas neste domínio devem ser construídas com o objectivo de atingir a máxima eficiência, no sentido da promoção simultânea do fortalecimento da economia nacional com a mitigação da emissão de GEE. Para atingir este propósito é indispensável o recurso a sistemas de apoio à decisão baseados em modelos integradores que permitam estimar o impacto global de diferentes alternativas.

BIBLIOGRAFIA

- ARMSTRONG, H. & TAYLOR, J. (2000) *Regional economics e policy*, Wiley-Blackwell.
- BARATA, E. (2009) Economy-Waste-Environment Interactions: Effects of Portuguese Production and Consumption. IN SUH, S. (Ed.) *Hebook of Input-Output Economics in Industrial Ecology* 1 edition ed., Springer.
- BAUMERT, K. A., HERZOG, T. & PERSHING, J. (2005) Navigating the Numbers - Greenhouse Gas Data and International Climate Policy. Washington, World Resources Institute.
- BEUTEL, J., BERNER, O., BOER, S., BRAIBANT, M., CAÑADA, A., HERNÁNDEZ, E. M., KONIJN, P., LARSEN, S., DE MARCH, M., RAINER, N., STAHLER, C., TAKEMA, T. & VERBIEST, P. (2008) EUROSTAT Manual of Supply, Use and Input-Output Tables. IN EUROSTAT (Ed. Luxemburgo, Official Publications of the European Communities.
- BOYD, R., KRUTILLA, K. & VISCUSI, W. K. (1995) Energy taxation as a policy instrument to reduce CO₂ emissions: a net benefit analysis. *Journal of Environmental Economics e Management*, 29, 1-24.
- CARDOSO, J. R., MARQUES, J. L. & MARTINS, J. M. (2004) Impacte Económico da Nova Directiva Quadro da Água. IN AMBIENTE, C. N. D. (Ed. Lisboa.
- CASTRO, E., MARTINS, J., RAMOS, P., ABREU, D., BORREGO, C., MIRANDA, A., MENDES, D., MARQUES, J. & LOPES, M. (2002) OIKOMATRIX I- Avaliação do impacto socio-económico de instrumentos legais para o controlo das emissões de gases com efeito de estufa. Fundação para a Ciência e Tecnologia, POCTI/MGS/33592/99.
- COM(2005) 35 FINAL (2005) Ganhar a batalha contra as alterações climáticas globais. Comissão das Comunidades Europeias, Bruxelas.
- COM(2007) 19 (2007) Resultados da análise da estratégia comunitária para a redução das emissões de CO₂ dos veículos de passageiros e dos veículos comerciais ligeiros. , Comissão das Comunidades Europeias, Bruxelas.
- COM(2009) 147 FINAL (2009) White Paper - Adapting to climate change: Towards a European framework for action, Comissão das Comunidades Europeias, Bruxelas.
- COMISSÃO EUROPEIA (2003) Second ECCP Progress Report - Can we meet our Kyoto targets?. Comunidades Europeias.

- COMISSÃO EUROPEIA (2006) The European Climate Change Programme - EU Action against Climate Change. Comunidades Europeias.
- DECISÃO 2002/358/CE DO CONSELHO (2009), de 25 de Abril de 2002, relativa à aprovação, em nome da Comunidade Europeia, do Protocolo de Quioto da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre as alterações climáticas e ao cumprimento conjunto dos respectivos Comissão das Comunidades Europeias, Bruxelas.
- DEN ELZEN, M. & HÖHNE, N. (2008) Reductions of greenhouse gas emissions in Annex I and non-Annex I countries for meeting concentration stabilisation targets. *Climatic Change*, 91, 249-274.
- DIAS, A. M. (2008) Sistema Integrado de Matrizes Input-Output para Portugal, 2005 *Documento de trabalho*. Lisboa, Departamento de Prospectiva e Planeamento e Relações Internacionais
- DIRECTIVA 2003/30/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 8 de Maio de 2003, relativa à promoção da utilização de biocombustíveis ou de outros combustíveis renováveis nos transportes. Jornal Oficial da União Europeia.
- DIRECTIVA 2003/87/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 13 de Outubro de 2003, relativa à criação de um regime de comércio de licenças de emissão de gases com efeito de estufa na Comunidade e que altera a Directiva 96/61/CE do Conselho. Jornal Oficial da União Europeia.
- DIRECTIVA 2009/28/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de Abril de 2009, relativa à promoção da utilização de energia proveniente de fontes renováveis que altera e subsequentemente revoga as Directivas 2001/77/CE e 2003/30/CE. Jornal Oficial da União Europeia.
- DRUCKMAN, A., BRADLEY, P., PAPATHANASOPOULOU, E. & JACKSON, T. (2007) Measuring progress towards carbon reduction in the UK. *Ecological Economics*.
- DUCHIN, F. & STEENGE, A. E. (2007) Mathematical models in input-output economics. *Rensselaer Working Papers in Economics*.
- EEA (2008a) Energy and environment report 2008. **Copenhagen**, European Environment Agency.
- EEA (2008b) Greenhouse gas emission trends and projections in Europe 2008. Copenhagen, European Environment Agency.
- EEA (2009a) Greenhouse gas emission trends and projections in Europe 2009. Copenhagen, European Environment Agency.
- EEA/JRC/WHO (2008) Impacts of Europe's changing climate — 2008 indicator-based assessment. Copenhaga, European Environmental Agency.

- FOCHEZATTO, A. & CURZEL, R. (2002) Método de obtenção da matriz de contabilidade social regional: Rio Grande do Sul, 1995. *Brasília: IPEA*.
- FORSTER, P., V. RAMASWAMY, P. ARTAXO, T. BERNTSEN, R. BETTS, D.W. FAHEY, J. HAYWOOD, J. LEAN, D.C. LOWE, G. MYHRE, J. NGANGA, R. PRINN, G. RAGA, SCHULZ, M. & DORLAND, R. V. (2007) Changes in Atmospheric Constituents and in Radiative Forcing. IN SOLOMON, S., D. QIN, M. MANNING, Z. CHEN, M. MARQUIS, K.B. AVERYT, M.TIGNOR AND H.L. MILLER (Ed.) *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, United Kingdom e New York, NY, USA, Cambridge University Press.
- HAWDON, D. & PEARSON, P. (1995) Input-output simulations of energy, environment, economy interactions in the UK. *Energy Economics*, 17, 73-86.
- IPCC (2007a) Climate Change 2007: Synthesis Report - Summary for Policymakers. IN IPCC (Ed.
- IPCC (2007b) Climate Change 2007: The Physical Science Basis - Summary for Policymakers. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report. IN IPCC (Ed.
- IPCC (2007c) Summary for Policymakers. In: Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working
- Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. IN PARRY, M. L., CANZIANI, O. F., PALUTIKOF, J. P., VAN DER LINDEN, P. J. & HANSON, C. E. (Eds.). Cambridge, IPCC.
- LEONTIEF, W. (1970) Environmental Repercussions and the Economic Struture: an Input-Output approach. *Review of Economics e Statistics*, 52, n.º 3, 466-473.
- LEONTIEF, W. (1986) *Input-output economics*, Oxford University Press, USA.
- LEONTIEF, W. W. (1936) Quantitative input and output relations in the economic systems of the United States. *The review of economics e statistics*, 18, 105-125.
- LEONTIEF, W. W. (1951) *The structure of American economy, 1919-1939: an empirical application of equilibrium analysis*, Oxford University Press.
- LIU, H. T., GUO, J. E., QIAN, D. & XI, Y. M. (2009) Comprehensive evaluation of household indirect energy consumption and impacts of alternative energy policies in China by input-output analysis. *Energy Policy*.
- LLOP, M. (2008) Economic impact of alternative water policy scenarios in the Spanish production system: An input-output analysis. *Ecological Economics*, 68, 288-294.

- LOPES, E. (2007) Estimação de Sistemas Integrados de Matrizes de Input-Output para Portugal, para 1996,1997 e 1998, a preços de 1999 *Documento de trabalho n.º6/2007*. Lisboa, Departamento de Prospectiva e Planeamento e Relações Internacionais
- LOPES, E. (2008) Estimação de Sistemas Integrados de Matrizes de Input-Output para Portugal, para os anos de 2000 a 2004, a preços de 1999. *Documento de trabalho n.º2/2008*. Lisboa, Departamento de Prospectiva e Planeamento e Relações Internacionais
- LOPES, M. (2004) Alterações Climáticas: Avaliação Económica no Apoio à Decisão Política *Departamento de Ambiente e Ordenamento*. Aveiro, Universidade de Aveiro.
- MARQUES, J. (2002) Análise input-output como instrumento de avaliação dos impactos das medidas de redução de emissões de CO₂. *Departamento de Ambiente e Ordenamento*. Aveiro, Universidade de Aveiro.
- MARQUES, J., MARQUES, M. & MARTINS, J. (2008) Evolução dos coeficientes de emissão de GEE da economia portuguesa – uma abordagem input-output. 1º *Congresso de Sociedade e Ambiente – alterações climáticas*. Odivelas.
- MARTINS, J., CASTRO, E., RAMOS, P., ABREU, D., BORREGO, C., MARQUES, J., LOPES, M., FERNANDES, M., MENDES, D., COUTO, J., SANTOS, R., SOARES, A. & SARGENTO, A. (2005) OIKOMATRIX II Avaliação do impacto socio-económico a nível regional de instrumentos legais de controlo das emissões de gases com efeito estufa. Aveiro, Fundação para a Ciência e Tecnologia, POCTI/MGS/41874/2001.
- MARTINS, N. (2004) Sistema Integrado de Matrizes de Input-Output para Portugal, 1999. *Documento de trabalho n.º6/2007*. Lisboa, Departamento de Prospectiva e Planeamento
- MILLER, R. & BLAIR, P. D. (1985) *Input-Output Analysis: foundations e extensions*, New Jersey, Printice-Hall.
- NAÇÕES UNIDAS (1992) United Nations Framework Convention on Climate Change. Nova Iorque.
- NAÇÕES UNIDAS (1997) Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change. Quioto.
- OLIVEIRA, J. (2001) Procura de Produtos Petrolíferos em Portugal: uma Abordagem Empírica. *Documento de trabalho n.º24*. Lisboa, Direcção-Geral de Estudos e Previsões.
- PROOPS, J. L. R., FABER, M. M. & WAGENHALS, G. (1993) *Reducing CO2 emissions: a comparative input-output-study for Germany e the UK*, Springer-Verlag.

RESOLUÇÃO DO CONSELHO DE MINISTROS N.º 1/2008. Diário da República, 1.ª série — N.º 3 — 4 de Janeiro de 2008.

RESOLUÇÃO DO CONSELHO DE MINISTROS N.º 104/2006. Diário da República, 1.ª série — N.º 162 — 23 de Agosto.

RESOLUÇÃO DO CONSELHO DE MINISTROS N.º 191/2004. Diário da República, 1.ª série B — N.º 179 — 31 de Julho.

RICHARDSON, K., STEFFEN, W., SCHELLNHUBER, H. J., ALCAMO, J., BARKER, T., KAMMEN, D. M., LEEMANS, R., LIVERMAN, D., MUNASINGHE, M., OSMAN-ELASHA, B., STERN, N. & WÆVER, O. (2009) Synthesis Report from Climate Change - Global Risks, Challenges & Decision. 2ª ed. Dinamarca, International Alliance of Research Universities.

UNFCCC/UNEP (2003) Climate change information kit IN WILIAMS, M. (Ed.

UNITED NATIONS (1997) Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change. Quioto.

WCED (1987) *Our Common Future - Bruntle report*, Geneva, Switzerland, United Nations.

Sites consultados

URL01: Gabinete de Estatísticas da União Europeia – Eurostat
<http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/eurostat/home/>
entre Maio a Setembro de 2009

URL02: *European Environmental Agency* - EEA
<http://www.eea.europa.eu/>
entre Maio a Setembro de 2009

URL03: Instituto Nacional de Estatística – INE
http://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_main
entre Maio a Setembro de 2009

URL04: *Intergovernmental Panel on Climate Change* - IPCC
<http://www.ipcc.ch/>
entre Maio a Setembro de 2009

URL05: *United Nations Framework Convention on Climate Change* – UNFCCC
<http://unfccc.int/2860.php>
entre Maio a Setembro de 2009

URL06: *World Meteorological Organization* – WMO
http://www.wmo.int/pages/about/milestones_en.html
entre Maio a Setembro de 2009

URL07: Sistema de Informação Documental sobre o Direito do Ambiente
<http://siddamb.apambiente.pt>
entre Julho e Setembro de 2009

URL08: Acesso directo ao Direito da União Europeia
<http://eur-lex.europa.eu/pt/index.htm>
entre Agosto e Setembro de 2009

URL09: Agência Portuguesa do Ambiente
<http://www.apambiente.pt>
entre Agosto e Setembro de 2009

URL10: Diário da República Electrónico
<http://dre.pt/index.html>
entre Agosto e Setembro de 2009

URL11: Portal das Energias Renováveis
<http://www.energiasrenovaveis.com/>
Agosto de 2009

URL12: Tempo Agora (Brasil)
http://tempoagora.uol.com.br/mclimaticas/mc_perguntas_respostas.php
01 Setembro de 2009

URL13: Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos
<http://snirh.pt/>
16 Setembro de 2009

URL14: Direcção Geral de Energia e Geologia
<http://www.dgge.pt/>
16 de Setembro de 2009

URL15: Swivel Preview
<http://www.swivel.com/>
29 de Outubro de 2009

URL16: Sendeco2 – Sistema Electrónico de Negociação de Direito de Emissão de CO₂
<http://www.sendeco2.com/index-pt.asp>
02 de Novembro de 2009

ANEXOS

AI – Objectivos de Quioto para os Países do Anexo I, e grau de cumprimento dos mesmos em 2007

Tabela A.1 Compromissos dos países do Anexo I no Protocolo de Quioto, e mediante a União Europeia; variação das emissões entre 1990 e 2007

Pais	Compromisso de Quioto		Variação 1990-2007	Excesso
	perante UNFCCC	perante UE		
	% relativamente às emissões de 1990		%	2007
Alemanha	92	79,0	78,7	-0.3
Austrália	108	130,0		22,0
Áustria	92	87,0	113,8	26.8
Bélgica	92	92,5	91,7	-0.8
Bielorrússia ^a	92		68,0	-24,0
Bulgária	92		56,7	-35,3
Canadá	94		126,2	32,2
Croácia	95		103,2	8,2
Dinamarca	92	79,0	96,7	17,7
Eslováquia	92		64,1	-27,9
Eslovénia	92		101,9	9,9
Espanha	92	115,0	153,5	38.5
Estados Unidos da América	93		116,8	23,8
Estónia	92		52,5	-39,5
Federação Rússia	100		66,1	-33,9
Finlândia	92	100,0	110,6	10.6
França	92		94,7	2,7
Grécia	92	125,0	124,9	-0,1
Hungria	94		66,1	-27,9
Irlanda	92	113,0	125,0	12
Islândia	110		131,8	21,8
Itália	92	93,5	107,1	13.6
Japão	94		108,2	14,2
Letónia	92		45,3	-46,7
Liechtenstein	92		106,1	14,1
Lituânia*	92		50,4	-41,6
Luxemburgo	92	72,0	98,4	26.4
Mónaco	92		90,7	-1,3
Noruega	101		110,8	9,8
Nova Zelândia	100		122,1	22,1
Países Baixos	92	94,0	97,9	3.9
Polónia	94		70,0	-24,0
Portugal	92	127,0	138,1	11.1
Reino Unido	92	87,5	82,7	-4.8
República Checa	92		77,5	-14,5
Roménia	92		55,2	-36,8
Suécia	92	104,0	90,9	-13.1
Suíça	92	92	97,3	5,3
Ucrânia	100		47,1	-52,9
União Europeia	92		95,7	3.7

^a de acordo com a alteração ao Protocolo de Quioto, de 16 de Março de 2006

Fontes: EEA, 2009a, Nações Unidas, 1997

All - Classificação portuguesa das actividades económicas (CAE), revisão 2.1

- A - Agricultura, produção animal, caça e silvicultura
 - AA - Agricultura, produção animal, caça e silvicultura
 - 01 - Agricultura, produção animal, caça e actividades dos serviços relacionados
 - 02 - Silvicultura, exploração florestal e actividades dos serviços relacionados
- B - Pesca
 - BB - Pesca
 - 05 - Pesca, aquacultura e actividades dos serviços relacionados
- C - Indústrias extractivas
 - CA - Extracção de produtos energéticos
 - 10 - Extracção de hulha, linhite e turfa
 - 11 - Extracção de petróleo bruto, gás natural e actividades dos serviços relacionados, excepto a prospecção
 - 12 - Extracção e preparação de minérios de urânio e de tório
 - CB - Indústrias extractivas, com excepção da extracção de produtos energéticos
 - 13 - Extracção e preparação de minérios metálicos
 - 14 - Outras indústrias extractivas
- D - Indústrias transformadoras
 - DA - Indústrias alimentares, das bebidas e do tabaco
 - 15 - Indústrias alimentares e das bebidas
 - 16 - Indústria do tabaco
 - DB - Indústria têxtil
 - 17 - Fabricação de têxteis
 - 18 - Indústria do vestuário; preparação, tingimento e fabricação de artigos de peles com pêlo
 - DC - Indústria do couro e de produtos do couro
 - 19 - Curtimenta e acabamento de peles sem pêlo; fabricação de artigos de viagem, marroquinaria, artigos de correeiro, seleiro e calçado
 - DD - Indústrias da madeira e da cortiça e suas obras
 - 20 - Indústrias da madeira e da cortiça e suas obras, excepto mobiliário; fabricação de obras de cestaria e de espartaria
 - DE - Indústria de pasta, de papel e cartão e seus artigos; edição e impressão
 - 21 - Fabricação de pasta, de papel e cartão e seus artigos
 - 22 - Edição, impressão e reprodução de suportes de informação gravados
 - DF - Fabricação de coque, produtos petrolíferos refinados e combustível nuclear
 - 23 - Fabricação de coque, produtos petrolíferos refinados e tratamento de combustível nuclear
 - DG - Fabricação de produtos químicos e de fibras sintéticas ou artificiais
 - 24 - Fabricação de produtos químicos
 - DH - Fabricação de artigos de borracha e de matérias plásticas
 - 25 - Fabricação de artigos de borracha e de matérias plásticas
 - DI - Fabricação de outros produtos minerais não metálicos
 - 26 - Fabricação de outros produtos minerais não metálicos
 - DJ - Indústrias metalúrgicas de base e de produtos metálicos

- 27 - Indústrias metalúrgicas de base
- 28 - Fabricação de produtos metálicos, excepto máquinas e equipamento
- DK - Fabricação de máquinas e de equipamentos, n.e.
- 29 - Fabricação de máquinas e de equipamentos, n.e.
- DL - Fabricação de equipamento eléctrico e de óptica
- 30 - Fabricação de máquinas de escritório e de equipamento para o tratamento automático da informação
- 31 - Fabricação de máquinas e aparelhos eléctricos, n.e.
- 32 - Fabricação de equipamento e de aparelhos de rádio, televisão e comunicação
- 33 - Fabricação de aparelhos e instrumentos médico-cirúrgicos, ortopédicos, de precisão, de óptica e de relojoaria
- DM - Fabricação de material de transporte
- 34 - Fabricação de veículos automóveis, reboques e semi-reboques
- 35 - Fabricação de outro material de transporte
- DN - Indústrias transformadoras, n.e.
- 36 - Fabricação de mobiliário; outras indústrias transformadas, n.e.
- 37 - Reciclagem

- E - Produção e distribuição de electricidade, gás e água
- EE - Produção e distribuição de electricidade, gás e água
- 40 - Produção e distribuição de electricidade, de gás, de vapor e água quente
- 41 - Captação, tratamento e distribuição de água

- F - Construção
- FF - Construção
- 45 - Construção

- G - Comércio por grosso e a retalho; reparação de veículos automóveis motociclos e de bens de uso pessoal e doméstico
- GG - Comércio por grosso e a retalho; reparação de veículos automóveis, motociclos e de bens de uso pessoal e doméstico
- 50 - Comércio, manutenção e reparação de veículos automóveis e motociclos; comércio a retalho de combustíveis para veículos
- 51 - Comércio por grosso e agentes do comércio, excepto de veículos automóveis e de motociclos
- 52 - Comércio a retalho (excepto de veículos automóveis, motociclos e combustíveis para veículos); reparação de bens pessoais e domésticos

- H - Alojamento e restauração (restaurantes e similares)
- HH - Alojamento e restauração (restaurantes e similares)
- 55 - Alojamento e restauração (restaurantes e similares)

- I - Transportes, armazenagem e comunicações
- II - Transportes, armazenagem e comunicações
- 60 - Transportes terrestres; transportes por oleodutos ou gasodutos
- 61 - Transportes por água
- 62 - Transportes aéreos
- 63 - Actividades anexas e auxiliares dos transportes; agências de viagens e de turismo e de outras actividades de apoio turístico
- 64 - Correios e telecomunicações

- J - Actividades financeiras
- JJ - Actividades financeiras

- 65 - Intermediação financeira, excepto seguros e fundos de pensões
- 66 - Seguros, fundos de pensões e outras actividades complementares de segurança social
- 67 - Actividades auxiliares de intermediação financeira
- K - Actividades imobiliárias, alugueres e serviços prestados às empresas
 - KK - Actividades imobiliárias, alugueres e serviços prestados às empresas
 - 70 - Actividades imobiliárias
 - 71 - Aluguer de máquinas e de equipamentos sem pessoal e de bens pessoais e domésticos
 - 72 - Actividades informáticas e conexas
 - 73 - Investigação e desenvolvimento
 - 74 - Outras actividades de serviços prestados principalmente às empresas
- L - Administração pública, defesa e segurança social obrigatória
 - LL - Administração pública, defesa e segurança social (obrigatória)
 - 75 - Administração pública, defesa e segurança social (obrigatória)
- M - Educação
 - MM - Educação
 - 80 - Educação
- N - Saúde e acção social
 - NN - Saúde e acção social
 - 85 - Saúde e acção social
- O - Outras actividades de serviços colectivos, sociais e pessoais
 - OO - Outras actividades de serviços colectivos, sociais e pessoais
 - 90 - Saneamento, limpeza pública e actividades similares
 - 91 - Actividades associativas diversas, n.e.
 - 92 - Actividades recreativas, culturais e desportivas
 - 93 - Outras actividades de serviços
- P - Actividades das famílias com empregados domésticos e actividades de produção das famílias para uso próprio
 - PP - Actividades das famílias com empregados domésticos e actividades de produção das famílias para uso próprio
 - 95 - Actividades das famílias com empregados domésticos
 - 96 - Actividades de produção de bens pelas famílias para uso próprio
 - 97 - Actividades de produção de serviços pelas famílias para uso próprio
- Q - Organismos internacionais e outras instituições extra-territoriais
 - QQ - Organismos internacionais e outras instituições extra-territoriais

All – Produção dos diferentes bens e serviços, entre 1996 a 2006**Tabela A.2** Produção dos diversos bens e serviços (59 ramos e famílias), entre 1996 e 2006, a preços constantes de 2006

Produtos CAE	Produção				
	1996	1997	1998	1999	2000
	M€ 2006				
01 Agricultura, produção animal e caça	7 618	7 420	7 475	8 010	8 584
02 Silvicultura, exploração florestal	937	930	1 022	961	1 285
05 Pesca e aquacultura	1 076	1 059	1 124	1 097	1 367
10 Extracção de hulha, linhite e turfa	251	268	247	298	311
11 Extracção de petróleo bruto e gás natural	2 115	2 455	2 749	2 909	4 710
12 Extracção de minérios de urânio e de tório	1	2	4	1	0
13 Extracção e preparação de minérios metálicos	497	522	489	437	442
14 Outras indústrias extractivas	708	814	808	827	1 046
15 Indústrias alimentares e das bebidas	18 703	18 868	19 698	20 507	20 671
16 Indústria do tabaco	599	590	660	688	637
17 Fabricação de têxteis	7 169	7 541	7 869	7 715	7 756
18 Indústria do vestuário	6 303	6 522	6 773	6 624	7 601
19 Indústria de peles sem pêlo; calçado	4 061	4 237	4 098	4 058	4 297
20 Indústrias da madeira e da cortiça	2 712	3 057	3 374	3 297	4 016
21 Fabricação de pasta, papel, cartão	2 522	2 709	2 793	2 889	3 074
22 Edição e impressão	3 170	3 163	3 246	3 312	3 912
23 Fabricação de coque, refinação, comb. nuclear	5 515	5 997	6 323	6 405	9 212
24 Fabricação de químicos e fibras	7 988	8 737	9 404	9 738	11 843
25 Fabric. artigos de borracha e mat. plásticas	2 821	3 167	3 475	3 772	3 811
26 Fabric. outros produtos minerais não metálicos	3 997	4 422	4 643	4 940	5 909
27 Indústrias metalúrgicas de base	3 725	4 287	4 625	4 970	5 901
28 Fabric. prod. metálicos exc. máquin. e equip.	2 691	3 010	3 353	3 520	5 771
29 Fabricação de máquinas e de equipamentos	5 785	6 511	7 409	7 857	8 553
30 Fabric. máq. escritório, equip. p. trata. autom. infor.	692	810	988	1 208	1 276
31 Fabric. máquinas e aparelhos eléctricos	2 791	3 180	3 455	3 738	4 251
32 Fabric. equip. e aparelhos rádio, telev. e comu.	1 782	2 025	2 450	2 981	3 865
33 Fabric. instru. médicos, precisão, óptica, relojoa.	1 199	1 302	1 548	1 605	1 849
34 Fabric. veículos automóveis e reboques	9 523	10 357	11 531	12 406	13 291
35 Fabricação de outro material de transporte	1 298	1 517	1 943	1 887	1 812
36 Fabric. mobiliário; outras indús. transformadoras	3 614	3 857	4 340	4 590	5 237
37 Reciclagem	129	149	166	172	185
40 Produção e distribuição de electricidade e gás	6 033	6 291	7 006	7 761	7 823
41 Captação, tratamento e distribuição de água	617	635	697	717	658
45 Construção	21 916	25 180	27 344	28 227	31 041
50 Comércio, manuten. repara. veíc. auto.; combust.	7 791	8 361	8 761	9 212	7 487
51 Comércio grosso e agentes comér. excep. 50	11 056	11 701	12 884	13 367	14 479
52 Comércio retalho; reparaç. bens pesso. domés.	6 464	6 813	6 988	7 254	7 888
55 Alojamento e restauração	8 907	9 374	9 885	10 077	12 282
60 Transp. terrestres; transportes por pipelines	3 752	3 876	4 016	4 171	5 036
61 Transportes por água	587	620	575	575	459
62 Transportes aéreos	1 596	1 743	1 951	2 005	2 212
63 Activid. anex. e auxi. transp.; agênc. viagem turis.	2 301	2 356	2 589	2 634	3 230
64 Correios e telecomunicações	3 062	3 348	3 542	3 990	5 152
65 Interm. financ., exc. seguros e fundos pensões	3 902	4 724	5 695	6 753	8 208
66 Seguros e fundos de pensões	1 773	1 665	1 707	1 980	1 755
67 Actividades auxiliares de interm. financeira	734	787	903	930	1 006
70 Actividades imobiliárias	9 707	10 249	10 855	11 485	13 528
71 Aluguer máq. e equip. e bens pesso. e domést.	1 566	1 621	1 789	1 836	1 442
72 Actividades informáticas e conexas	1 171	1 285	1 380	1 712	1 882
73 Investigação e desenvolvimento	383	399	414	424	589
74 Outras act. serv. prest. principal. às empresas	14 750	15 113	15 784	16 385	19 090
75 Administração pública, defesa e seg. social	10 661	10 751	11 104	11 633	12 346
80 Educação	10 006	10 240	10 557	10 809	10 697
85 Saúde e acção social	10 706	10 698	11 175	11 889	12 840
90 Saneamento e higiene pública	419	466	508	598	877
91 Actividades associativas diversas, n.e.	974	1 004	956	970	1 900
92 Actividades recreativas, culturais e desportivas	3 956	4 321	4 631	4 700	3 820
93 Outras actividades de serviços	1 391	1 454	1 424	1 452	917
95 Famílias com empregados domésticos	745	801	777	775	1 005
Famílias	74 328	76 927	81 190	85 076	94 533
TOTAL	333 246	352 287	375 172	392 811	436 656

Tabela A.2 Produção dos diversos bens e serviços (59 ramos e famílias), entre 1996 e 2006, a preços constantes de 2006 (cont.)

Produtos CAE		Produção					
		2001	2002	2003	2004	2005	2006
		M€ 2006					
01	Agricultura, produção animal e caça	9 054	9 196	8 957	9 363	9 025	9 028
02	Silvicultura, exploração florestal	1 071	1 125	1 061	1 000	1 057	1 039
05	Pesca e aquacultura	1 380	1 378	1 394	1 423	1 472	1 493
10	Extracção de hulha, linhite e turfa	221	294	253	250	258	269
11	Extracção de petróleo bruto e gás natural	5 056	4 915	5 185	5 602	5 721	5 860
12	Extracção de minérios de urânio e de tório	0	0	0	0	0	0
13	Extracção e preparação de minérios metálicos	416	348	330	468	476	437
14	Outras indústrias extractivas	1 152	1 115	1 053	1 023	1 016	988
15	Indústrias alimentares e das bebidas	21 377	21 537	21 798	22 360	22 699	23 173
16	Indústria do tabaco	699	728	700	715	824	869
17	Fabricação de têxteis	7 743	7 535	7 269	7 107	6 626	6 589
18	Indústria do vestuário	7 728	7 616	7 436	7 551	7 308	7 385
19	Indústria de peles sem pêlo; calçado	4 408	4 263	3 995	3 852	3 786	3 822
20	Indústrias da madeira e da cortiça	3 941	3 939	3 908	3 951	3 985	4 044
21	Fabricação de pasta, papel, cartão	3 235	3 322	3 413	3 547	3 610	3 681
22	Edição e impressão	3 823	3 694	3 731	3 849	3 838	3 719
23	Fabricação de coque, refinação, comb. nuclear	9 722	9 805	9 552	9 562	9 906	9 597
24	Fabricação de químicos e fibras	12 262	12 812	13 213	13 881	14 193	14 559
25	Fabric. artigos de borracha e mat. plásticas	3 976	4 206	4 295	4 423	4 529	4 693
26	Fabric.outros produtos minerais não metálicos	6 126	6 126	5 847	5 913	5 960	5 863
27	Indústrias metalúrgicas de base	5 753	5 901	5 974	6 452	6 228	6 987
28	Fabric. prod. metálicos exc. máquin. e equip.	5 981	6 167	6 125	6 312	6 391	6 552
29	Fabricação de máquinas e de equipamentos	8 347	7 896	7 641	7 877	7 926	8 154
30	Fabri.máqu.escritório,equip.p.trata.autom.infor.	1 626	1 618	1 842	2 133	2 314	2 504
31	Fabric. máquinas e aparelhos eléctricos	4 241	4 188	4 098	4 098	4 056	4 219
32	Fabric. equip. e aparelhos rádio, telev. e comu.	4 126	4 039	4 777	5 320	5 912	6 956
33	Fabri.instru.médicos, precisão, óptica, relojoa.	1 941	2 051	2 010	2 085	2 103	2 222
34	Fabric. veículos automóveis e reboques	12 778	12 346	11 285	12 063	11 977	12 282
35	Fabricação de outro material de transporte	1 642	1 588	1 637	1 454	1 403	1 949
36	Fabric.mobiliário; outras indús.transformadoras	5 288	5 368	5 302	5 476	5 358	5 254
37	Reciclagem	201	258	247	309	306	331
40	Produção e distribuição de electricidade e gás	8 242	8 715	9 046	9 581	10 038	10 331
41	Captação, tratamento e distribuição de água	717	716	757	779	816	887
45	Construção	32 267	31 629	29 379	29 749	29 656	27 788
50	Comércio,manuten.repara.veic.auto.; combust.	7 736	7 511	7 107	7 254	6 948	6 729
51	Comércio grosso e agentes comér. excep.50	13 952	13 937	13 694	14 037	13 926	14 287
52	Comércio retalho; reparaç. bens pesso.domés.	8 530	8 713	8 855	9 168	9 374	9 522
55	Alojamento e restauração	12 574	12 465	11 992	12 190	12 327	12 702
60	Transp. terrestres; transportes por pipelines	4 966	4 988	5 312	5 547	5 507	5 636
61	Transportes por água	479	494	505	529	569	680
62	Transportes aéreos	2 240	2 203	2 173	2 354	2 550	2 730
63	Activid.anex.e auxi.transp.;agênc.viagem turis.	3 485	3 437	3 605	3 873	3 963	4 177
64	Correios e telecomunicações	6 404	6 639	6 845	7 372	7 733	7 943
65	Interm.financ., exc.seguros e fundos pensões	8 581	9 060	9 365	9 416	9 647	10 514
66	Seguros e fundos de pensões	1 954	1 951	2 135	2 240	2 371	2 713
67	Actividades auxiliares de interm. financeira	922	1 009	847	980	1 125	1 195
70	Actividades imobiliárias	13 913	14 156	14 185	14 201	14 589	14 680
71	Aluguer máqu.e equip.e bens pesso.e domést.	1 463	1 453	1 449	1 482	1 560	1 660
72	Actividades informáticas e conexas	1 939	2 166	2 201	2 223	2 337	2 477
73	Investigação e desenvolvimento	593	621	610	659	689	680
74	Outras act.serviç.prest. principal. às empresas	19 786	19 806	19 957	20 681	21 292	21 560
75	Administração pública, defesa e seg.social	12 705	13 189	13 513	13 852	14 324	13 815
80	Educação	10 843	10 921	10 625	10 618	10 750	10 686
85	Saúde e acção social	13 295	13 709	14 099	14 516	15 078	15 561
90	Saneamento e higiene pública	901	904	924	949	973	1 021
91	Actividades associativas diversas, n.e.	1 999	2 000	2 188	2 244	2 249	2 267
92	Actividades recreativas, culturais e desportivas	3 766	3 717	3 722	3 970	4 032	4 177
93	Outras actividades de serviços	934	986	1 016	1 054	1 086	1 108
95	Famílias com empregados domésticos	987	1 014	1 027	999	1 023	1 031
	Famílias	96 350	96 991	96 534	98 948	100 561	102 470
TOTAL		447 842	450 475	447 995	460 887	467 356	475 542

AIV – Emissões de GEE dos diferentes ramos ao nível, entre 1996 e 2006**Tabela A.3 Emissões de GEE dos ramos económicos, entre 1996 e 2006**

Ramo CAE	Emissão GEE				
	1996	1997	1998	1999	2000
	Gg CO2 eq				
01 Agricultura, produção animal e caça	1.446	1.428	1.353	1.282	1.234
02 Silvicultura, exploração florestal	0.129	0.109	0.063	0.065	0.100
05 Pesca e aquacultura	0.300	0.294	0.304	0.327	0.364
10 Extracção de hulha, linhite e turfa	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
11 Extracção de petróleo bruto e gás natural	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
12 Extracção de minérios de urânio e de tório	0.000	0.061	0.048	0.114	0.000
13 Extracção e preparação de minérios metálicos	0.050	0.089	0.090	0.091	0.062
14 Outras indústrias extractivas	0.234	0.203	0.191	0.193	0.570
15 Indústrias alimentares e das bebidas	0.069	0.076	0.077	0.074	0.065
16 Indústria do tabaco	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001
17 Fabricação de têxteis	0.142	0.172	0.165	0.147	0.158
18 Indústria do vestuário	0.021	0.021	0.022	0.021	0.012
19 Indústria de peles sem pêlo; calçado	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009
20 Indústrias da madeira e da cortiça	0.333	0.307	0.303	0.285	0.224
21 Fabricação de pasta, papel, cartão	0.564	0.544	0.515	0.510	0.521
22 Edição e impressão	0.010	0.009	0.010	0.010	0.010
23 Fabricação de coque, refinação, comb. Nuclear	0.510	0.499	0.481	0.479	0.292
24 Fabricação de químicos e fibras	0.495	0.536	0.534	0.457	0.373
25 Fabric. artigos de borracha e mat. plásticas	0.054	0.050	0.049	0.045	0.041
26 Fabric.outros produtos minerais não metálicos	1.919	1.836	1.722	1.691	1.416
27 Indústrias metalúrgicas de base	0.180	0.187	0.160	0.157	0.150
28 Fabric. prod. metálicos exc. máquin. e equip.	0.068	0.050	0.051	0.052	0.022
29 Fabricação de máquinas e de equipamentos	0.046	0.046	0.047	0.042	0.035
30 Fabri.máqu.escritório, equip. p. trata. autom. infor.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001
31 Fabric. máquinas e aparelhos eléctricos	0.004	0.003	0.003	0.003	0.002
32 Fabric. equip. e aparelhos rádio, telev. e comu.	0.002	0.001	0.002	0.002	0.002
33 Fabri.instru.médicos, precisão, óptica, relojoa.	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002
34 Fabric. veículos automóveis e reboques	0.002	0.002	0.002	0.002	0.001
35 Fabricação de outro material de transporte	0.012	0.009	0.006	0.005	0.003
36 Fabric.mobiliário; outras indús.transformadoras	0.013	0.011	0.012	0.012	0.011
37 Reciclagem	0.055	0.050	0.057	0.059	0.063
40 Produção e distribuição de electricidade e gás	2.179	2.189	2.317	2.889	2.428
41 Captação, tratamento e distribuição de água	0.071	0.120	0.129	0.133	0.062
45 Construção	0.089	0.088	0.093	0.091	0.101
50 Comércio,manuten.repara.veíc.auto.; combust.	0.026	0.026	0.032	0.033	0.018
51 Comércio grosso e agentes comér. excep.50	0.038	0.044	0.052	0.053	0.078
52 Comércio retalho; reparaç. bens pesso.domést.	0.048	0.054	0.063	0.065	0.038
55 Alojamento e restauração	0.039	0.051	0.055	0.064	0.027
60 Transp. terrestres; transportes por pipelines	0.530	0.629	0.730	0.745	0.717
61 Transportes por água	1.086	0.947	0.971	1.058	1.242
62 Transportes aéreos	0.726	0.695	0.702	0.759	0.690
63 Activid.anex.e auxi.transp.;agênc.viagem turis.	0.067	0.070	0.072	0.074	0.041
64 Correios e telecomunicações	0.013	0.014	0.022	0.023	0.013
65 Interm.financ., exc.seguros e fundos pensões	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
66 Seguros e fundos de pensões	0.006	0.006	0.006	0.005	0.005
67 Actividades auxiliares de interm. financeira	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
70 Actividades imobiliárias	0.009	0.010	0.013	0.012	0.010
71 Aluguer máqu.e equip.e bens pesso.e domést.	0.032	0.031	0.039	0.042	0.048
72 Actividades informáticas e conexas	0.009	0.009	0.012	0.012	0.021
73 Investigação e desenvolvimento	0.011	0.008	0.021	0.019	0.011
74 Outras act.serviç.prest. principal. às empresas	0.021	0.021	0.024	0.025	0.017
75 Administração pública, defesa e seg.social	0.148	0.144	0.141	0.137	0.143
80 Educação	0.012	0.011	0.008	0.008	0.013
85 Saúde e acção social	0.106	0.106	0.142	0.150	0.149
90 Saneamento e higiene pública	11.468	10.663	10.224	9.104	5.369
91 Actividades associativas diversas, n.e.	0.108	0.114	0.138	0.122	0.118
92 Actividades recreativas, culturais e desportivas	0.013	0.014	0.014	0.013	0.019
93 Outras actividades de serviços	0.023	0.021	0.013	0.013	0.088
95 Famílias com empregados domésticos	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Famílias	0.121	0.116	0.114	0.113	0.108
TOTAL	23.7	22.8	22.4	21.9	17.3

Tabela A.3 Emissões de GEE dos ramos económicos, entre 1996 e 2006 (cont.)

Ramo CAE		Emissão GEE					
		2001	2002	2003	2004	2005	2006
		Gg CO2 eq					
01	Agricultura, produção animal e caça	1.167	1.164	1.107	1.087	1.089	1.120
02	Silvicultura, exploração florestal	0.095	0.099	0.090	0.072	0.074	0.079
05	Pesca e aquacultura	0.369	0.288	0.236	0.255	0.188	0.202
10	Extracção de hulha, linhite e turfa	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
11	Extracção de petróleo bruto e gás natural	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
12	Extracção de minérios de urânio e de tório	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
13	Extracção e preparação de minérios metálicos	0.073	0.078	0.071	0.075	0.071	0.075
14	Outras indústrias extractivas	0.605	0.635	0.654	0.679	0.657	0.678
15	Indústrias alimentares e das bebidas	0.066	0.068	0.069	0.057	0.049	0.052
16	Indústria do tabaco	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
17	Fabricação de têxteis	0.148	0.164	0.163	0.156	0.166	0.145
18	Indústria do vestuário	0.015	0.015	0.015	0.014	0.013	0.013
19	Indústria de peles sem pêlo; calçado	0.008	0.009	0.009	0.009	0.008	0.008
20	Indústrias da madeira e da cortiça	0.195	0.199	0.199	0.196	0.182	0.108
21	Fabricação de pasta, papel, cartão	0.461	0.447	0.421	0.447	0.372	0.426
22	Edição e impressão	0.008	0.010	0.011	0.010	0.010	0.010
23	Fabricação de coque, refinação, comb. Nuclear	0.302	0.309	0.324	0.329	0.323	0.339
24	Fabricação de químicos e fibras	0.379	0.372	0.369	0.368	0.360	0.358
25	Fabric. artigos de borracha e mat. plásticas	0.041	0.039	0.040	0.040	0.038	0.038
26	Fabric.outros produtos minerais não metálicos	1.322	1.412	1.400	1.386	1.362	1.354
27	Indústrias metalúrgicas de base	0.137	0.037	0.039	0.029	0.033	0.034
28	Fabric. prod. metálicos exc. máquin. e equip.	0.024	0.024	0.025	0.025	0.024	0.025
29	Fabricação de máquinas e de equipamentos	0.037	0.037	0.040	0.037	0.036	0.036
30	Fabri.máqu.escritório,equip p.trata.autom.infor.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001
31	Fabric. máquinas e aparelhos eléctricos	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
32	Fabric. equip. e aparelhos rádio, telev. e comu.	0.001	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001
33	Fabri.instru.médicos, precisão, óptica,reljoa.	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
34	Fabric. veículos automóveis e reboques	0.001	0.001	0.002	0.002	0.002	0.002
35	Fabricação de outro material de transporte	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
36	Fabric.mobiliário; outras indús.transformadoras	0.011	0.011	0.012	0.011	0.011	0.011
37	Reciclagem	0.064	0.061	0.065	0.068	0.067	0.072
40	Produção e distribuição de electricidade e gás	2.364	2.614	2.019	2.060	2.275	1.907
41	Captação, tratamento e distribuição de água	0.067	0.065	0.048	0.045	0.047	0.046
45	Construção	0.108	0.110	0.115	0.114	0.107	0.102
50	Comércio,manuten.repara.veíc.auto.; combust.	0.016	0.020	0.022	0.021	0.020	0.021
51	Comércio grosso e agentes comér. excep.50	0.086	0.091	0.105	0.107	0.106	0.089
52	Comércio retalho; reparaç. bens pesso.domést.	0.039	0.039	0.046	0.047	0.047	0.040
55	Alojamento e restauração	0.033	0.032	0.038	0.037	0.038	0.038
60	Transp. terrestres; transportes por pipelines	0.734	0.746	0.683	0.694	0.761	0.817
61	Transportes por água	1.149	1.164	1.301	1.326	1.338	1.157
62	Transportes aéreos	0.667	0.670	0.706	0.718	0.707	0.652
63	Activid.anex.e auxi.transp.;agênc.viagem turis.	0.038	0.034	0.034	0.031	0.031	0.028
64	Correios e telecomunicações	0.011	0.010	0.010	0.009	0.009	0.008
65	Interm.financ., exc.seguros e fundos pensões	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
66	Seguros e fundos de pensões	0.005	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004
67	Actividades auxiliares de interm. financeira	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001
70	Actividades imobiliárias	0.010	0.009	0.009	0.008	0.008	0.007
71	Aluguer máqu.e equip.e bens pesso.e domést.	0.050	0.044	0.048	0.047	0.046	0.046
72	Actividades informáticas e conexas	0.021	0.016	0.018	0.017	0.017	0.016
73	Investigação e desenvolvimento	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012
74	Outras act.serviç.prest. principal. às empresas	0.018	0.016	0.018	0.018	0.019	0.017
75	Administração pública, defesa e seg.social	0.138	0.145	0.158	0.159	0.155	0.152
80	Educação	0.014	0.013	0.014	0.013	0.013	0.013
85	Saúde e acção social	0.169	0.179	0.173	0.176	0.155	0.121
90	Saneamento e higiene pública	5.351	5.392	5.261	5.061	4.914	4.575
91	Actividades associativas diversas, n.e.	0.121	0.128	0.136	0.139	0.125	0.118
92	Actividades recreativas, culturais e desportivas	0.020	0.021	0.021	0.019	0.020	0.019
93	Outras actividades de serviços	0.081	0.066	0.066	0.062	0.063	0.058
95	Famílias com empregados domésticos	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Famílias	0.104	0.107	0.108	0.104	0.102	0.099
TOTAL		17.0	17.2	16.5	16.4	16.3	15.4

Fonte: INE – dados fornecidos após solicitação